

**Musikalischer Rhythmus
und semantisches Priming –
Konsequenzen für den Begriff der Audiation**

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Philosophie

an der

Hochschule für Musik und Theater

„Felix Mendelssohn Bartholdy“ Leipzig

vorgelegt von

Laurids Richter

Geb. am 15.03.1981 in Berlin

Gutachter:

1.) Prof. Dr. Ines Mainz

Hochschule für Musik und Theater „Felix Mendelssohn
Bartholdy“ Leipzig

2.) Prof. Dr. Christoph Khittl

Universität für Musik und darstellende Kunst Wien

Danksagung

Die vorliegende Arbeit wäre ohne die wohlwollende Unterstützung zahlreicher Menschen und die offene Bereitschaft zur Kooperation des Leipziger *Max Plank Instituts für Kognitions- und Neurowissenschaften* nicht möglich gewesen. Die Zusammenarbeit hat mir sehr viel Freude bereitet und die Gelegenheit gegeben, ein vergleichsweise ungewöhnliches Thema mit interdisziplinärer Anbindung zu bearbeiten.

Dafür möchte ich insbesondere Frau Prof. Dr. Ines Mainz und der Hochschule für Musik und Theater *Felix Mendelssohn Bartholdy* sowie Prof. Dr. Thomas Fritz und den Mitarbeitern des *Max Plank Instituts* herzlich danken.

Die Arbeit widme ich meinem Vater Günter Richter, der im Jahr 2017 allzu früh verstorben ist.

EINLEITUNG	7
I THEORETISCHER HINTERGRUND – BEGRIFFLICHE	
VORAUSSETZUNGEN.....	11
1. MUSIK UND SPRACHE	13
1.1 Phylognese und Ontogenese	13
1.2 Strukturelle Gemeinsamkeiten, Unterschiede und Transfereffekte	18
1.3 Musik und Emotion	23
1.4 Zusammenfassung	27
2. MUSIKALISCHER RHYTHMUS.....	29
2.1 Konstituierende Merkmale des musikalischen Rhythmus	30
2.1.1 Beat / Puls.....	30
2.1.2 Gruppierung (Grouping)	35
2.1.4 Metrum	39
2.1.5 Timing.....	40
2.1.6 Akzent	41
2.1.7 Tempo	42
2.2 Zusammenfassung	44

3. ELEMENTE DER FORSCHUNGSFRAGE ZWISCHEN SEMIOTIK UND LINGUISTISCHER SEMANTIK	47
3.1 Semiotik	47
3.1.1 Allgemeine Semiotik und Zeichentypologie nach Charles S. Peirce	49
3.1.2 Semiotische Entwicklungslinien	60
3.1.3 Bemerkungen zur Musiksemiotik	62
3.2 Semantik	65
3.2.1 Linguistische Semantik.....	69
Exkurs: Linguistische Semantik systematisiert nach Sebastian Löbner (2003) – Zusammenfassung	69
3.2.2 Sprache und Kognition	86
3.2.3 Sprachkompetenz im Kortex	88
3.2.4 Bedeutungen als Konzepte	92
3.3 Zusammenfassung	101
METHODISCHE VORAUSSETZUNGEN	103
4. SEMANTISCHES PRIMING	105
4.1 Mentales Lexikon - Wörter als Träger semantischer und weiterer lexikalischer Informationen	106
4.2 EEG und ereigniskorrelierte Potentiale	109

4.2.1 EKPs in der Sprachverarbeitung	112
4.3 N400 - Indikator semantischer Relationen	114
4.3.1 Lexikalische und post-lexikalische Sichtweisen	119
4.3.2 Prä-lexikalische Sichtweise	121
4.3.3 Die Suche nach den neuronalen Generatoren der N400 als Lösungsansatz	123
5. SEMANTISCHES PRIMING JENSEITS DER SPRACHVERARBEITUNG	127
5.1 Objekte und Sounds	127
5.2 N400 und Musik – Pilotstudie	128
5.3 Ereigniskorrelierte Potenziale in der Musikverarbeitung	130
5.4 Modell der Musikverarbeitung	131
II EMPIRISCHER TEIL.....	135
6. MUSIKALISCHE RHYTHMEN PRIMEN WORTBEDEUTUNGEN (MUSICAL RHYTHM PRIMES WORD MEANING) – EIGENE EEG STUDIE	137
6.1 Stimuli	141
6.2 Probanden	142
6.3 Prozedur.....	143
6.4 Datenakquise und -Analyse	143
6.5 Ergebnisse.....	145

6.6 Diskussion	151
6.6.1 Ausblick – Multisensorische Integration als Erklärungsansatz.....	154
III AUDIATION	157
7. KONSEQUENZEN FÜR DEN BEGRIFF DER AUDIATION IN EDWIN E. GORDONS MUSIC LEARNING THEORY	159
7.1 Edwin E. Gordon	159
7.2 Music Learning Theory und Audiation.....	159
7.3 Begabungspotential (Aptitude)	162
7.4 Die acht Typen der Audiation	163
7.5 Die Stufen der Audiation	166
7.5.1 Preparatory Audiation und ihre Typen.....	167
7.5.2 Lernstufen der Audiation	171
7.5.3 Lernsequenzen - Learning Sequences	172
7.5.4 Skill Learning Sequence.....	173
7.5.5 Rhythm und Tonal Learning Sequence	180
7.6 Music Learning Theory aus neurowissenschaftlicher Perspektive – Konsequenzen für die semantischen Dimensionen des Begriffs der Audiation	183
8. FAZIT.....	193

9. ANHANG	199
9.1 Tabellen.....	200
9.2 Wortfrequenz der Target-Stimuli	213
10. Literaturverzeichnis.....	215

Einleitung

Kann Musik *semantische* Informationen transportieren? Wodurch kann die Erfahrung *musikalischen Sinns und musikalischer Bedeutung* erklärt werden?

Auf die Implikationen dieser und vergleichbarer Fragen haben die Protagonisten verschiedener Disziplinen, ob Musiker, Musikwissenschaftler, Philosophen, Musikpädagogen oder Neurowissenschaftler, unterschiedliche Antworten gefunden. Der Musikpädagoge *Edwin E. Gordon* führt mit seinem Begriff der *Audiation* die bedeutungstragenden Eigenschaften der Musik auf intramusikalische Formbeziehungen zurück. Der *Audiationsbegriff* bildet den Ausgangspunkt der *Music Learning Theory* Gordons und ihrer praktischen Applikationen.

Während meines Jazzdrumset-Studiums bin ich auf die Arbeiten der Neurowissenschaftler *Stefan Koelsch* und *Thomas Fritz* gestoßen, die sich u.a. mit der semantischen Dimension der Musik auseinandersetzten. Jene stellten die Sicht einer rein intramusikalischen Bedeutungskonstitution in Frage.

Durch die Kooperation mit dem Max Planck Institut für *Kognitions- und Neurowissenschaften* in Leipzig wurde es mir möglich, der Frage nach den semantischen Eigenschaften *musikalischer Rhythmen* im Rahmen eines EEG-Experimentes nachzugehen. Dieses knüpft als Experiment zum semantischen Priming musikalischer Rhythmen an die von Koelsch und Kollegen durchgeführte N400-Studie zum semantischen Priming dur-moll-tonaler Musik an (Koelsch et al., 2004).

Die vorliegende Arbeit stellt folgende Forschungsfrage:

Aktiviert die Perzeption musikalischer Rhythmen Repräsentationen semantischer Konzepte und wenn ja, welche Konsequenzen hat dies für den Begriff der Audiation bei Edwin Gordon?

Der Text der Dissertation gliedert sich in drei Teile: (I) Die Zusammenfassung des theoretischen Hintergrundes der Forschungsfrage, (II) die Darstellung und Diskussion der eigenen empirischen Forschungsarbeit und (III) die Darstellung der *Music Learning Theory* Edwin Gordons und die Diskussion der Konsequenzen der Forschungsergebnisse für den darin enthaltenen Begriff der *Audiation*.

I) Der erste Teil widmet sich zunächst den allgemeinen *begrifflichen Voraussetzungen* der Forschungsfrage: Der Darstellung aktueller anthropologischer Erwägungen der Phylo- und Ontogenese von Musik und Sprache, ihrer Gemeinsamkeiten und Unterschiede sowie der Transfereffekte musikalischen Trainings auf die Sprachkompetenz, folgt eine Zusammenfassung der Merkmale des musikalischen Rhythmus. Am Beispiel Charles S. Peirce werden Aspekte der allgemeinen Semiotik berücksichtigt und auf musiksemiotische Interessensgebiete verwiesen, bevor anschließend der Begriff der Semantik in der Linguistik und der Neurolinguistik herausgestellt wird.

In einer Übersicht werden darauf die *methodischen Voraussetzungen* der eigenen empirischen Forschungsarbeit zusammengefasst: Hierzu werden das *semantische Priming* in N400-Paradigmen sowie weitere, für die Sprach- und Musikverarbeitung relevante ereigniskorrelierte Potentiale beschrieben.

II) Im empirischen Teil werden aus der Forschungsfrage zunächst drei Hypothesen abgeleitet:

1.) *Musikalische Rhythmen, die auf einem Drumset gespielt und*

aufgenommen wurden, modulieren die N400-Komponente als Indikator der semantischen Relation zwischen musikalisch-rhythmischen Prime-Stimuli und Target-Wörtern.

2.) Das Level der musikalischen Expertise moduliert die N400-Antwort auf rhythmische Primes und Targetwörter.

3.) Durch rhythmisch-musikalische Prime-Stimuli transportierte Bedeutung wird implizit verarbeitet.

Das hierzu in Kooperation mit Thomas Fritz und Kollegen am *MPI für Kognitions- und Neurowissenschaften* in Leipzig durchgeführte EEG-Experiment wird vorgestellt und diskutiert.

III) Im dritten Teil werden zunächst die *Music Learning Theory* Edwin E. Gordons und der durch Gordon geprägte Begriff der *Audiation* zusammengefasst. Daraufgehend werden Kernelemente der *Music Learning Theory* aus neurowissenschaftlicher Perspektive betrachtet und der Begriff der *Audiation* im Kontext der eigenen Forschungsergebnisse diskutiert.

I Theoretischer Hintergrund – Begriffliche Voraussetzungen

1. Musik und Sprache

Die Forschungsfrage der vorliegenden Arbeit impliziert einen möglichen Zusammenhang zwischen rhythmisch-musikalischen Stimuli und semantischen Konzepten.

Die grundlegende Frage nach der Affinität von Musik und Sprache ist Teil eines traditionsreichen Diskurses. Sie taucht bereits mit dem Thema der Onomatopoesie in der griechischen Antike auf und wird bis heute interdisziplinär diskutiert, wobei längst nicht mehr gefragt wird ob, sondern inwiefern Musik und Sprache zusammenhängen. Mit dem zunehmenden Einfluss der Neurowissenschaften, insbesondere auf den Gebieten der Neurolinguistik und der Neurokognition der Musik, konnten neue Hinweise auf die Qualität der Verwandtschaft gegeben werden. Phylo- und ontogenetische Aspekte sowie Transfereffekte geben Aufschluss über Gemeinsamkeiten und Unterschiede beider Domänen.

1.1 Phylogenese und Ontogenese

Die Rolle der Musik in der Phylogenese ist Gegenstand anhaltender Diskussionen. Einige Forscher, die sich mit dem phylogenetischen Ursprung von Musik und Sprache befassen, nehmen eine gemeinsame Wurzel der zunächst getrennt erscheinenden Systeme an. Steven Brown entwirft das Modell einer so genannten *Musilanguage*¹ (Brown, 2000), einem gemeinsamen Vorläu-

¹ Die phonologische und emotive Ebene seien gemeinsame Eigenschaften von Musik und Sprache, die nach Brown bereits in der *Musilanguage*, ihrem evolutionären Vorläufer, enthalten waren. Erst später hätten sich beide Systeme herausgebildet: Sprache als akustische Manifestation mit referenzieller Bedeutung (propositionale Phrasen) und Musik als akustische

fer von Musik und Sprache, bei dem der emotive Anteil den begrifflich-referentiellen überwogen habe. Brown geht davon aus, dass die evolutionäre Funktion der *Musilanguage* vor allem die des sozialen Zusammenhalts gewesen sein müsse. Erst später hätten sich im Laufe der Phylogenese beide Systeme ausdifferenziert.

Aniruddh D. Patel hält hingegen einen evolutionären Vorteil musikalischer gegenüber linguistischer Kompetenzen für vergleichsweise schwach (A. D. Patel, 2010). Auch wenn es für Musik als biologisches versus ausschließlich kulturelles System durchaus Argumente gebe, zieht Patel einen Mittelweg vor: Musik sei zwar nicht zwingend biologisch disponiert, habe aber starke biologisch relevante Effekte auf Hirnfunktionen, die gerade auch in die Sprachverarbeitung involviert sind. (ebd.).

Die Bandbreite der sozialen Funktionen der Musik findet sich in einer unterscheidenden Darstellung bei Stefan Koelsch und Kollegen (Stefan Koelsch, Offermanns, & Franzke, 2010). Sie differenzieren sieben soziale Funktionen, die durch das Musizieren bzw. die Musikperzeption erfüllt würden (ebd. S. 309f):

1.) *Sozialer Kontakt* durch aktives Musizieren: Wenn wir mit anderen Menschen musizieren, fördert dies den sozialen Kontakt, der für die menschliche Spezies eine wichtige ausgleichende und z.T. überlebenswichtige Funktion haben kann. Emotionale Deprivation kann im Einzelfall sogar lebensbedrohlich sein (vgl. Gruhn, 2008, S.202f).

Manifestation mit emotiver Bedeutung (musikalisch-bedeutungsvolle Phrasen) (Brown, 2000, S.275).

2.) Musik aktiviert Prozesse der *sozialen Kognition*: Der Hörer interpretiert akustische Signale, welche durch ein musizierendes Individuum produziert werden, automatisch als intentional (Steinbeis & Koelsch, 2009);

3.) Musik kann die emotionale Homogenität einer Gruppe fördern: Sie weist sowohl eine ausgleichende Wirkung auf den jeweiligen emotionalen Status des Individuums als auch einen emotional homogenisierenden Effekt auf die gesamte Gruppe auf (Koelsch, Offermanns & Franzke, 2010, S.309).

4.) Musik ist Teil der Kommunikation: Nicht-begriffliche Parameter linguistischer Systeme, z.B. die prosodischen Informationen der Sprache, unterstützen das Sprachverständnis bzw. determinieren teilweise erst die Bedeutung sprachlicher Strukturen, sowohl einzelner Wörter als auch ganzer Sätze. Gerade in der Phase des Spracherwerbs Heranwachsender sind die prosodischen Anteile der Sprache entscheidend für die semantische und syntaktische Distinktion des Inputs. Auch das gemeinsame Musizieren als nonverbale soziale Interaktion kann starke kommunikative Momente aufweisen.

5.) Musik ermöglicht exklusiv körperliche Interaktion bzw. Koordination und Synchronisation: Wie unter 2.1.1 dargelegt, ist die Fähigkeit der *beat perception* und *synchronization* in der Natur wenigen Spezies vorbehalten. Sie ist eine Voraussetzung für tänzerischen Ausdruck und zeigt zudem eine positive Wechselwirkung zwischen sozialer Interaktion und der Genauigkeit der *beat synchronization* (Kirschner & Tomasello, 2009; Stefan Koelsch et al., 2010).

6.) Musik fördert das Kooperationsverhalten der Gruppe: Die Synchronisation eines Beats durch die Gruppe wirkt sich nachweislich auf die Kooperationsbereitschaft ihrer Mitglieder aus, wie Kirschner & Tomasello nachweisen konnten (Kirschner & Tomasello, 2009; Stefan Koelsch et al., 2010)

7.) Musik steigert das Gefühl der sozialen Zugehörigkeit: Das Gefühl der Zusammengehörigkeit ist für die menschliche Spezies von großer Bedeutung. Studien legen nahe, dass das Gefühl der Zugehörigkeit positive Effekte auf die emotionale Stabilität und auf die allgemeine Gesundheit hat (Cacioppo & Hawkley, 2003; Stefan Koelsch et al., 2010). Musik kann zu einem gesteigerten Gemeinschaftsgefühl beitragen (Cross & Morley, 2009; Stefan Koelsch et al., 2010)

Der Anthropologe Michael Tomasello unterstreicht ebenfalls die Bedeutung der Musik als gemeinschaftsstiftendes Element, als menschliche Universalie und einzigartige kulturelle Errungenschaft. An seinem Modell der *shared intentionality* und hier genauer an dem spezifischen Fall der *shared visuell intentionality*, legt Tomasello jedoch nahe, dass ein rudimentäres Repertoire an Zeigegesten der Ausgangspunkt der menschlichen Kognitions- und schließlich der Sprachgenese sei (Tomasello, 2006, 2011, 2014). Und dies sowohl in Bezug auf die Phylo- als auch auf die Ontogenese, wie Tomasello durch diverse Untersuchungen an Schimpansen und vergleichend zum Spracherwerb bei Kleinkindern untermauert. Hierfür sprächen auch die genetisch vergleichsweise spät auftretenden Voraussetzungen der Lautbildungsfähigkeit vor ca. 150.000 Jahren (Tomasello, 2011).

Zahlreiche Studien bestätigen die starke ontogenetische Relevanz der Musik innerhalb des Spracherwerbs. So konnte in einer Reihe von Experimenten von Mattys & Jusczyk und Kollegen gezeigt werden, dass neun Monate alte Kinder Sprache zu ei-

nem erheblichen Teil über prosodische Informationen akquirieren (Mattys, Jusczyk, Luce, & Morgan, 1999). Weiterführende Studien stärken die Annahme, dass musikalische Kompetenzen eine wichtige Rolle in der Sprachentwicklung und der Sprachverarbeitung spielen (Stefan Koelsch et al., 2003). Bereits vor der Aneignung verbalsprachlicher Fertigkeiten zeigten Kinder eine prädisponierte Aufmerksamkeit gegenüber der melodischen Kontur und den rhythmischen Patterns akustischer Signale (Trehub, 2003). Nicht zuletzt für die emotionale Kommunikation in der vorsprachlichen Phase der Kindheit sei die im weitesten Sinn musikalische, d.h. prosodisch-emotive Interaktion zwischen Eltern und Kind u.a. entscheidend für die emotionale Stabilität des Kindes und in sofern nicht nur ontogenetisch, sondern ebenso phylogenetisch von Bedeutung (ebd).

1.2 Strukturelle Gemeinsamkeiten, Unterschiede und Transfereffekte

Musik und Sprache weisen sowohl zahlreiche strukturelle Gemeinsamkeiten als auch entscheidende Unterschiede auf. Positive Transfereffekte durch musikalisches Training stützen die Annahme überlappender Verarbeitungsmechanismen ebenso wie Untersuchungen zur Sprachverarbeitung mit Probanden, die spezifische Sprachentwicklungsstörungen aufweisen. Allerdings zeigt sich, dass beide Systeme von den teils interferierenden Eigenschaften unterschiedlich stark abhängig sind und sich gegenüber der Manipulation entsprechender Merkmale unterschiedlich robust verhalten.

Musik und Sprache involvieren rhythmische Strukturen: Musikalischer Rhythmus strukturiert akustische Ereignisse durch die Parameter Akzentuierung, Gruppierung und Timing (Aniruddh D. Patel, 2010), wie unten genauer dargelegt werden soll. Ebenso kann dies für die linguistische Bedingung angenommen werden, wo Variationen des Tempos und rhythmische Gruppierung eng mit syntaktischen und semantischen Informationen zusammenhängen. Dennoch fehlt in linguistischen Systemen weitestgehend das Phänomen des konstanten Pulses als Referenzsystem rhythmischer Strukturen, wie es wiederum in der überwiegenden Zahl musikalischer Traditionen vorherrschend ist und für die meisten rhythmischen Konzepte als konstituierend angenommen werden kann.

Beide Systeme weisen Variationen der Tonhöhe auf. Während in der Musik das Konzept definierter Tonhöhen zu beobachten ist, kann die Tonhöhe in der linguistischen Bedingung nicht als prädefiniert bezeichnet werden. Tonhöhen der Sprachmelodie sind zwar nicht zufällig aber variieren z.B. in Abhängigkeit von der Sprecherpersönlichkeit oder des Kontextes. Wie oben erwähnt,

können über Informationen der Sprachmelodie und des Sprachrhythmus, d.h. durch prosodische Konnotationen, entscheidende Hinweise über die Bedeutung eines Wortes oder Kontextes sowie über Phrasengrenzen der sprachlichen Syntax transportiert werden (Angela D. Friederici, Friedrich, & Christophe, 2007; Männel & Friederici, 2009). Insofern ist die Variation der Tonhöhe für die verbale Expression sowie die Perzeption linguistischer Informationen und das Sprachverständnis entscheidend. Es besteht jedoch kein klar definiertes Konzept von Tonabständen unter Angabe der Intervalle in cent, sondern ein System relativer Tonbeziehungen der individuellen Stimmlage, wie es bei der spezifischen Prosodie von Interrogativ- und Deklarativsätzen oder der Akzentuierung einzelner Wörter durch Variation der Tonhöhe zur Anwendung kommt. Somit fehlt in der linguistischen Bedingung das Konzept von prädefinierten Skalen, die sich auf ein tonales Zentrum beziehen (Aniruddh D. Patel, 2010).

Es scheint zunächst wenig überraschend, dass linguistische und musikalische Stimuli auf dem Weg der Hörbahn mit überlappenden Mechanismen verarbeitet werden. Interessant zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang, dass musikalisches Training die Fähigkeit der Sprachverarbeitung nachweislich positiv beeinflusst (Patel & Iversen, 2007). So konnten verschiedene positive Transfereffekte von musikalischem Training auf die Sprachverarbeitung nachgewiesen werden: Musikalisch Trainierte können einen akustischen Reizstrom mit höherer zeitlicher Auflösung segmentieren als musikalisch Untrainierte (Francois, Jaillet, Takerkart, & Schoen, 2014; Francois & Schoen, 2011). Ferner scheint musikalisches Training generell einen positiven Einfluss auf die Sensitivität gegenüber akustischen Signalen auszuüben. Musikalisch Trainierte greifen bei der auditiven Sprachverarbeitung zusätzlich auf rechts-hemisphärische Ressourcen zurück, die klassischerweise in die Verarbeitung musikalischer Stimuli

involviert sind (Jantzen, Howe, & Jantzen, 2014). Weitere Studien gingen der Frage nach, ob musikalisches Training einen Einfluss auf die Wahrnehmung von Sprache und die Diskrimination von Sprache und nichtsprachlichen Geräuschen haben kann. Es zeigte sich, dass musikalisch trainierte Kinder und Erwachsene eine erhöhte Sensitivität für sprachliche Signale aufweisen, die in einen akustischen Hintergrund mit hohem Geräuschpegel eingebettet waren (Parbery-Clark, Strait, Anderson, Hittner, & Kraus, 2011). Untersuchungen zur Relevanz prosodischer Informationen in der Sprachverarbeitung konnten veranschaulichen, dass Sprache ein ausgesprochen stabiles System ist, das im Falle fehlender Tonvariationen kompensierende Informationen beinhaltet, die das Sprachverständnis dennoch weitgehend ermöglichen. Menschen mit entsprechenden Defiziten in der auditiven Verarbeitung müssen deshalb keineswegs in ihrer Alltagskommunikation beeinträchtigt sein. Allerdings ist das Sprachverständnis bei fehlender Prosodie vor Hintergründen mit Geräuschpegeln gleicher Lautstärke deutlich schlechter. In der musikalischen Bedingung hingegen sind vergleichbare Defizite in der auditiven Wahrnehmung kaum zu kompensieren, da im Gegensatz zu sprachlichem Reizen in der Musik bereits kleinste Variationen der Tonhöhe eine ungleich höhere Relevanz besitzen (Liu, Patel, Fourcin, & Stewart, 2010; Patel, 2011). Der Prozess des Sprachlernens, für den die Bereitstellung prosodischer Informationen allgemein als notwendig vorausgesetzt werden kann, war nicht Teil der Untersuchungen von Liu & Kollegen. Eine Studie konnte am Beispiel des Englischen und Französischen zeigen, dass die spezifischen prosodischen Muster der Muttersprache Einfluss auf rhythmische Strukturen musikalischer Kompositionen eines sprachkulturellen Raumes haben können (Patel & Daniele, 2003).

Nicht nur Sprache, sondern ebenso Musik beinhaltet syntakti-

sche Ordnungsprinzipien, etwa die Tonika-Dominant-Beziehung innerhalb einer Akkordprogression (Swain, 1997). Ähnlich der impliziten Kenntnis der Ordnungsprinzipien linguistischer Syntax bei Muttersprachlern werden bei der Perzeption einer Folge von Signalen unterschiedlicher Tonhöhe strukturelle Beziehungen hergestellt. Dies geschieht weitestgehend automatisch, wobei die episodischen, prozeduralen und semantischen Inhalte des Langzeitgedächtnisses eines Musikers einen starken Einfluss auf die Komplexität der syntaktischen Verarbeitung musikalischer Stimuli haben können. Diese geht weit über die implizit gelernten syntaktischen Ordnungsprinzipien eines musikalisch Ungeschulten hinaus. Bereits bei Kindern, die wenige Jahre musikalischen Trainings absolviert haben, finden sich, verglichen mit musikalisch Untrainierten der gleichen Altersgruppe, erhebliche Unterschiede in der Reaktion auf musik-syntaktische Irregularitäten. Weiterführend konnte eine genauere Verarbeitung von Irregularitäten sprachlicher Syntax durch musikalisch trainierte Kinder nachgewiesen werden (Jentschke & Koelsch, 2009). Interessant ist auch der Vergleich zwischen Kindern mit Defiziten in der Sprachentwicklung und einer Kontrollgruppe mit normal Sprachentwickelten: Innerhalb derselben Versuchsreihe ließ sich bei Kindern mit spezifischen Sprachentwicklungsstörungen (SLI = Specific Language Impairment), verglichen mit musikalisch untrainierten Kindern der Kontrollgruppe, keine ERAN-Komponente im EEG beobachten. Die ERAN Komponente zeigt bei Probanden ohne Sprachentwicklungsstörungen einen negativen Ausschlag bei syntaktischen Irregularitäten musikalischer und linguistischer Stimuli. Die Beobachtung, dass Kinder mit SLI verglichen mit musikalisch untrainierten Kindern keine Antwort sowohl auf musik-syntaktische Irregularitäten als auch auf solche, der sprachlichen Syntax im EEG zeigten, veranlasst die Autoren der Studie zu der Annahme, dass die Verarbeitungsmechanismen musikalischer und linguistischer Syntax überlappen. Teilweise

kann gar von identischen Verarbeitungsstrukturen ausgegangen werden (ebd.).

Ein weiterer positiver Transfereffekt betrifft die Lesefähigkeit musikalisch geschulter Kinder: Untersuchungen konnten darlegen, dass rhythmisch-musikalische Kompetenz im frühen Kindesalter mit der späteren Lesekompetenz im Grundschulalter korreliert. Musikalisch-rhythmische Fähigkeiten gehen nicht nur mit einer höheren Sensitivität für die phonologische Verarbeitung linguistischer Stimuli einher, sondern erlauben zudem eine positive Prognose der Entwicklung der Lesefähigkeit im Laufe der Kindheit (Kovelman et al., 2012; Moreno et al., 2009). Den Zusammenhang von rhythmischen Fähigkeiten und Sprachkompetenz betonen weitere Untersuchungen: Dysphasisch sprachgestörte Kinder zeigen einen Entwicklungsrückstand bei der Perzeption und Produktion musikalischer Rhythmen sowie in der Leistung des phonologischen Arbeitsgedächtnisses. Probanden ohne Sprachstörungen hingegen profitieren von der genauen Verarbeitung rhythmisch-prosodischer Informationen. Die rhythmische Kompetenz bei Menschen mit normaler Sprachentwicklung wirkt sich positiv auf den Prozess des Sprachverstehens- und lernens aus (Weinert, 1992, 1996).

Die vergleichsweise frühe Präferenz für das spezifische Lautspektrum der Muttersprache im Verlauf der Sprachgenese bei Kleinkindern erschwert mit zunehmendem Alter die phonologische Adaption beim Erlernen einer Zweitsprache. Slev & Miyake untersuchten den Zusammenhang von musikalischen Fähigkeiten und dem Erfolg beim Erlernen einer Zweitsprache. Die Autoren konnten zeigen, dass musikalische Kompetenz die Fähigkeit, phonologische Charakteristika einer Zweitsprache zu adaptieren, positiv beeinflusst und den Lernerfolg damit entscheidend zu steigern vermag (Slevc & Miyake, 2006).

1.3 Musik und Emotion

Musik und Sprache können Emotionen evozieren und weisen, wie unten ausführlicher dargestellt wird, in spezifischer Weise auch darüber hinausgehende, semantische Dimensionen auf (Stefan Koelsch et al., 2004). Juslin und Madison konnten nachweisen, dass allein durch rhythmische Variation sowie der Manipulation der Lautstärke und des Tempos ausgewählter, auf einem Midi-Instrument generierter Melodien, unterschiedliche emotionale Zustände vermittelt werden können, die von den Rezipienten mit hoher Übereinstimmung zugeordnet werden. Für die ausführenden Musiker, die an der behavioralen Studie beteiligt waren, stellte sich die Aufgabe, emotionale Informationen durch die Variation der genannten Parameter zu transportieren, als spontan umsetzbar dar (Juslin & Madison, 1999). Wie Thomas Fritz in einem Experiment mit Angehörigen des Volks der Mafa in Kamerun zeigen konnte, werden Emotionen, die im westlichen Kulturraum mit ausgewählten musikalischen Sequenzen assoziiert werden, kulturübergreifend verstanden (T. Fritz et al., 2009). Hierzu wurde im Voraus verschiedenen musikalischen Stimuli jeweils eine von drei Basisemotionen zugeordnet (Freude, Trauer, Angst). Die Probanden, die niemals zuvor westliche Musik gehört hatten, sollten die musikalischen Stimuli einem von drei Bildern zuordnen, die je ein Gesicht mit einem entsprechenden emotionalen Ausdruck zeigten. Die Zuordnung der Probanden ergab eine signifikante Übereinstimmung mit den Ergebnissen der westlichen Kontrollgruppe. Die Studie legt dar, dass Emotionen nicht nur in der Prosodie und charakteristischen Gesichtsausdrücken, sondern ebenso in der Musik universell verstanden werden können. Zudem deuten ergänzende Untersuchungen auf eine kulturübergreifende Präferenz konsonanter Stimuli, wenngleich der Unterschied zwischen den beiden Bedingungen interkulturell unterschiedlich stark beurteilt wird. So

zeigte die westliche Kontrollgruppe eine geringer ausgeprägte Toleranz gegenüber dissonant verfremdeten musikalischen Sequenzen versus konsonanten, als die Angehörigen der Mafa, die eine dissonante Verfremdung als vergleichsweise weniger störend empfanden (ebd.).

Verschiedene Studien widmeten sich bereits vor den von Fritz durchgeführten Untersuchungen der Perzeption von Musik, die entweder als eher angenehm oder unangenehm empfunden wird. Der Parameter der permanenten Dissonanz (Rauhigkeit) kam in einer westlichen Probandengruppe zum Einsatz: Die Probanden empfanden Musikalische Sequenzen mit geringer permanenter Dissonanz als eher angenehm, hingegen solche, mit hoher permanenter Dissonanz als eher unangenehm und zeigten in den jeweiligen Bedingungen spezifische kortikale Aktivierungen (Blood, Zatorre, Bermudez, & Evans, 1999). Im Gegensatz zu den als unangenehm empfunden musikalischen Sequenzen stimuliert die Perzeption angenehmer Musik kortikale Bereiche, die mit der Verarbeitung von Emotion und Belohnung in Verbindung gebracht werden (Blood & Zatorre, 2001). Dies konnte auch durch eine weitere Studie bestätigt werden, bei der den Probanden allgemein als angenehm perzipierte Musikstücke zusammen mit deren dissonant verfremdeten Korrelaten dargeboten wurden. Für beide Bedingungen wurde die kortikale Aktivierung analysiert. Die Daten zeigen, dass die Perzeption von Musik komplexe Netzwerke sowohl limbischer als auch paralimbischer Areale aktivieren kann, die in emotionale Verarbeitungsprozesse involviert sind, und dass die Aktivierung der als angenehm oder unangenehm empfundenen Musik ähnlich lokalisiert ist, wie die der kortikalen Verarbeitung positiver und negativer Emotionen (S. Koelsch, Fritz, Von Cramon, Muller, & Friederici, 2006). Als angenehm perzipierte Musik aktivierte bei den beteiligten Probanden zudem kortikale Areale, die den Kehlkopf re-

präsentieren, wie fMRT-Daten der Studie zeigen. Für die als unangenehm perzipierte Musik konnte diese Aktivierung hingegen nicht beobachtet werden. Die Autoren der Studie vergleichen die nachgewiesene subvokale Aktivierung der Larynx durch auditive Reize mit der Aktivierung des prämotorischen Kortex (*PMC*), wie sie in anderen Sinnesmodalitäten zu beobachten ist: Ein Perzeptions-Aktions-System (*PAS*), wie es z.B. für visuelle Reize vorausgesetzt wird, könne, gestützt durch die in der Studie gewonnenen Daten, ebenso für auditive Reize angenommen werden. Und dies nicht nur für linguistische, sondern ebenso für musikalische Stimuli. Während der Perzeption von Sprache, so z.B. im Zuge der Analyse phonetischer Informationen, werden prämotorische Areale aktiviert, die das Sprachverstehen, das Sprachlernen und die Sprachproduktion unterstützen. Die Präferenz für konsonante versus permanent dissonante musikalische Stimuli kann aller Wahrscheinlichkeit nicht nur für die menschliche Spezies, sondern ebenso für einige Säugetiere angenommen werden (ebd.).

Die Korrespondenz zwischen emotionalen oder affektiven Zuständen und musikalischen Stimuli, lässt sich mit Verweis auf die Ontogenese und die emotive Interaktion zwischen Säugling bzw. Kleinkind und seiner Umwelt erklären. Die Sprechgeschwindigkeit, die Stimmintensität, der Stimmeinsatz so wie die Variabilität der Stimme der jeweiligen Bezugsperson, dienen dem Säugling als Hinweisreize für Zustände wie Freude, Trauer, Angst oder Zärtlichkeit. Die Hinweisreize sind innerhalb der frühkindlichen Entwicklung ein wichtiger Indikator und werden mit den jeweiligen emotionalen oder affektiven Zuständen in einem multisensorisch integrierten Konzept verknüpft.

Der Wirkung von Musik auf das vegetative Nervensystem widmen sich weitere Studien. Musik kann demnach die regulative Wirkung des vegetativen Nervensystems beeinflussen, z.B. die

Frequenz des Herzschlags oder der Atmung, und auf diese Weise ebenso eine emotionale Wirkung haben (Stefan Koelsch & Schröger, 2008). Sowohl prämotorische Aktivität während des Musikhörens als auch motorische Aktivität während der Musikproduktion haben aller Wahrscheinlichkeit nach einen positiven Effekt auf das menschliche Immunsystem. Durch den Einfluss auf das vegetative Nervensystem kann Musik ebenso auf Prozesse des Stoffwechsels wirken (ebd.). Die Wahrnehmung dieser vitalisierenden Wirkung kann mit emotionalen oder affektiven Konzepten korrespondieren und insofern semantisch interpretiert werden.

1.4 Zusammenfassung

Musik und Sprache zeigen, neben offensichtlichen Unterschieden, zahlreiche überlappende Eigenschaften. Dies verdeutlichen aktuelle Untersuchungen zu Transfereffekten sowie vergleichende Studien zur Sprach- und Musikperzeption. So konnten u.a. Gemeinsamkeiten in der Verarbeitung syntaktischer und musikalischer Phrasengrenzen und Formbeziehungen beobachtet werden.

In phylogenetisch frühen Sprachformen haben die emotiven Anteile sehr wahrscheinlich die begrifflich-referenziellen in der Bedeutungskonstitution überwogen. Der Ursprung sprachkognitiver Leistungen ist nach neueren anthropologischen Erkenntnissen in der Fähigkeit der *geteilten visuellen Intentionalität* und nicht, wie gelegentlich angenommen, in einer musikalischen Disposition der Sprache zu suchen.

Dennoch greift die Prosodie mit der Variation der Sprachmelodie- und des Sprachrhythmus entscheidend in die Bedeutungskonstitution gesprochener Sprache ein und ist zudem für die frühkindliche Sprachgenese sowie die emotionale Interaktion unerlässlich. Prosodische Hinweisreize sind Bestandteil multisensorisch integrierter Konzepte emotionaler oder affektiver Zustände. Ebenso darf die soziale Funktion der Musik als Faktor innerhalb der Phylo- und Ontogenese keineswegs unterschätzt werden.

Bevor unter 3. genauer auf den Terminus der Bedeutung und den Aspekt der Bedeutungskonstitution nonverbaler Stimuli aus semiotischer Perspektive eingegangen wird, soll im Folgenden zunächst der in der Forschungsfrage zentral stehende Begriff des *musikalischen Rhythmus* bestimmt werden.

2. Musikalischer Rhythmus

Phänomenen völlig unterschiedlicher Art werden rhythmische Qualitäten zugeschrieben. Ob Sprachrhythmus, musikalischer Rhythmus oder circadianer Rhythmus: Alle diese Erscheinungen können als Rhythmen betrachtet werden, da sie die Eigenschaft der *Periodizität* zeigen (A. D. Patel, 2010). Nicht alle Rhythmen sind jedoch periodisch, d.h. nicht alle rhythmischen Phänomene kehren zwingend bezogen auf eine Zeitachse gleichmäßig wieder (Clarke, 1985). Oder wie Patel es formuliert:

„The crux of the matter is simply this: Although all periodic patterns are rhythmic, not all rhythmic patterns are periodic.“ (Patel 2010, S.96).

Definitionen des Spezialfalls *musikalischer Rhythmen* haben eine lange Tradition. Die ersten dokumentierten Definitionsversuche gehen bereits auf die Zeit der griechischen Antike um 300 v.Chr. zurück.

Zahlreiche auch neue Definitionsansätze stimmen in der Annahme eines konstanten Beats oder Pulses als Bezugspunkt überein. Das Phänomen des konstanten Pulses als Referenzsystem rhythmischer Konzepte ist in den meisten Kulturen und musikalischen Traditionen vorherrschend. Jedoch kann eingewendet werden, dass einige Kulturkreise rhythmische Konzepte entwickelt haben, die ohne einen konstant durchgehenden Puls auskommen (*unpulsed music*)². Ebenso existieren in westlicher

² Der *Alap* in Nordindien, der einleitende Formteil (Exposition) eines *Ragas*, kann als Beispiel für Musik ohne Bezug auf einen isochronen Puls angeführt werden, bei dem die Vorstellung des tonalen Materials durch freie rhythmische Improvisation eines Melodieinstrumentes oder eines Vokalistin kennzeichnend ist. Ebenso weist die *Ch'in*, ein bundloses chinesisches

Musik, z.B. im Jazz und in Formen freier Improvisation, rhythmische Konzepte ohne notwendig vorhandenen konstanten Puls (Clayton, 1996). Patel definiert musikalischen Rhythmus als „systematic patterning of sound in terms of timing, accent and grouping“ (Patel 2010, S.96).

In Anlehnung an Patel soll hier eine alternative Definition vorgeschlagen und musikalische Rhythmen beschrieben werden als:

Patterns, mehrheitlich auditive Perzepte, deren Parameter Akzentuierung, Gruppierung und Timing als intentional wahrgenommen werden.

2.1 Konstituierende Merkmale des musikalischen Rhythmus

Im Zuge der Beschreibung musikalischer Rhythmen besonders häufig anzutreffen sind die Parameter *Puls, Beat, Metrum, Tempo, Timing, Akzent und Dynamik, Gruppierung, Gestalt* oder *Pattern*. In den folgenden Kapiteln soll auf die konstituierenden Merkmale musikalischer Rhythmen eingegangen werden.

2.1.1 Beat / Puls

Unter dem Begriff *Beat* im Sinne eines konstanten *Pulses* wird in der Musik gemeinhin ein Ordnungsprinzip verstanden, das durch eine isochrone Abfolge von akustischen Ereignissen ein Referenzsystem rhythmischer Strukturen bildet und entweder implizit oder explizit wahrnehmbar ist. Die meisten Autoren befürworten

Saiteninstrument, keine pulsbezogenen, sondern gestische Angaben in der Notation auf. Im Jazz finden sich zudem zahlreiche Beispiele für freie rhythmische Improvisationen.

eine Unterscheidung der Termini *Beat* und *Puls*: Der *Beat* sei demnach der Marker des Pulses innerhalb eines Taktes (Thaut, 2005, S.8). Nachfolgend können beide Begriffe weitestgehend synonym verstanden werden, einige etablierte Sprachgewohnheiten ignorieren diese Unterscheidung (z.B. *constant beat*). Wenn dies für das unmittelbare Verständnis nötig erscheint, wird nach der oben erwähnten Sichtweise differenziert: Der Terminus *Puls* verweist dann auf den isochronen Charakter gleicher akustischer Signale, der Terminus *Beat* hingegen auf Pulse in rhythmischen Systemen mit metrischer Gliederung. Eine wieder andere Schicht bilden die sogenannten *Subnotes*, d.h. diejenigen Notenwerte, auf denen als einer Art kleinstem gemeinsamen Nenner alle Notenwerte einer rhythmischen Sequenz darstellbar sind.

Innerhalb eines Musikstückes muss nicht zwingend der durch den Komponisten intendierte, sondern kann, willkürlich oder unwillkürlich, ein alternativer Beat wahrgenommen werden. Durch Vervielfachung oder Teilung des inhärenten Pulses bzw. durch gezielte *metrische Modulation* (*metric modulation*), sowohl durch den Rezipienten als auch durch den Performer, können inter- und intrasubjektiv unterschiedliche Beats und in Folge dessen auch abweichende Metren gehört werden. *Metric modulation* wird im Jazz, aber ebenso in anderen musikalischen Traditionen gezielt als rhythmisches Konzept eingesetzt (Hoenig, 2009, 2012). Den Unterschied der kortikalen Aktivierung von pulsbezogenen Rhythmen und Polyrhythmen untersuchten Thaut und Kollegen in einer MRI-Studie (Michael H Thaut, Demartin, & Sanes, 2008). Sie konnten nahelegen, dass bei der Perzeption von Polyrhythmen komplexe und spezifische sensomotorische Netzwerke aktiviert werden.

Wie oben erwähnt gibt es musikalisch-rhythmische Konzepte ohne konstanten Puls, weshalb es sich genau genommen nicht

um ein Ausschlusskriterium einer etwaigen Definition des musikalischen Rhythmus handelt. Musikalischer Rhythmus ist nicht zwingend auf einen durchgehenden Puls angewiesen. Dennoch ist der konstante Puls oder auch *constant beat* als Referenzsystem für die überwiegende Mehrheit rhythmischer Konzepte konstituierend, wohingegen der Spezialfall sogenannter *unpulsed music* die Ausnahme bildet (Clayton, 1996). Wer den etwaigen Puls als Referenzsystem eines rhythmisch-musikalischen Reizstromes nicht extrahieren kann, wird auch dessen rhythmische Dimension nicht erschöpfend erfassen und z.B. dessen rhythmisch-metrische Bezüge oder die Ebene des *micro timing* nicht wahrnehmen können.

Die Fähigkeit, der *beat perception* und *synchronization* (BPS), d.h. die Kompetenz, einen möglichen Puls eines Musikstückes wahrzunehmen und z.B. mittels einfacher Bewegungen zu synchronisieren, ist bereits bei Kindern ab dem fünften Lebensmonat zu beobachten (Zentner & Eerola, 2010). Die Synchronisation mit einem externen Puls wird in der Forschungsliteratur auch als *entrainment* bezeichnet. Es handelt sich hierbei um eine komplexe kognitive Leistung, zu der außer der menschlichen Spezies nur wenige Lebewesen in der Lage sind. Experimente zur *beat synchronization*, bei denen die Aufgabe darin bestand, einen vorgegeben *beat* mittels Tippen des Fingers möglichst exakt zu replizieren, haben gezeigt, dass die Probanden wenige Millisekunden vor dem *beat* tippen, ihn also antizipieren und nicht reagieren (Patel, 2006). Mit diesen und vergleichbaren Studien konnte nahegelegt werden, dass die Fähigkeit der *beat synchronization* sehr wahrscheinlich voraussetzt, aus einem wahrgenommenen Puls, einen eigenen Puls zu generieren, um diesen dann mit dem Stimulus zu synchronisieren (Patel, Iversen, Bregman, & Schulz, 2009). Studien zur passiven Wahrnehmung konstanter Pulse, ohne die Aufgabe der aktiven Synchronisation, geben

Hinweise auf die vielfältige Interaktion unterschiedlicher Netzwerke, die an diesem Prozess beteiligt sind. Passive *beat perception* involviert nicht nur den auditiven Cortex (auditory cortex), sondern ebenso motorische Areale (motor cortex) sowie solche, der Bewegungsplanung (premotor cortex) und weitere tieferliegende Bereiche. All diese Areale interagieren während der passiven *beat perception* (Grahn & Rowe, 2009). Es konnte demonstriert werden, dass die Interaktion zwischen auditiven Arealen und denen der Bewegungsplanung die Voraussetzung dafür bilden, auditive Ereignisse zeitlich vorauszusagen. Das Zusammenspiel von auditiven und prämotorischen Arealen ermöglicht demnach überhaupt erst die Fähigkeit zur *beat synchronization* (Chen, Penhune, & Zatorre, 2008; Zatorre, Chen, & Penhune, 2007).

In der Parkinson-Therapie wird dieser Effekt gezielt zur Stimulation prämotorischer und motorischer Areale genutzt. Patienten, die zuvor in einem Zustand stark eingeschränkter Bewegungsplanung- und Ausführung waren, können durch den durch Musik oder isoliert präsentierten *Beat* spontan stark verbesserte, flüssigere Bewegungen ausführen. Der entwickelte Therapieansatz der *rhythmisch-auditiven Stimulation* (rhythmic auditory stimulation = RAS) kann in diesem Zusammenhang sehr gute Ergebnisse vorweisen (Davis, Gfeller, & Thaut, 2008; M. H. Thaut et al., 1996). Durch die beschriebene Aktivierung prämotorischer und motorischer Areale im Zuge der *beat perception* ist es möglich, die üblicherweise bei Parkinson gehemmte flüssige Bewegungsausführung (*freeze*) während des Laufens entscheidend zu verbessern. Der kontinuierliche Beat definiert Zeitintervalle zwischen den jeweiligen Beats. Die Intervalle wiederum bestimmen die Bewegungsplanung des Cortex und illustrieren die hohe Sensitivität des motorischen Systems auf auditive Reize. Bereits auf frühen Verarbeitungsstufen auditiver Informationen, im Be-

reich des Hirnstamms, finden Interaktionen zwischen auditiven und motorischen Verarbeitungsstufen statt. Der subkortikale Weg während der auditiven Wahrnehmung und Verarbeitung stellt sich hierbei keineswegs als ausschließlich afferent dar, sondern involviert ebenso efferente Informationen und Rückkopplungen. Das Phänomen des *entrainments* auditiver und motorischer Systeme kann auf neuronaler Ebene vereinfacht als eine Synchronisation der Feuerungsraten der auditiven und der motorischen Neurone beschrieben werden, wie sie im EEG nachgewiesen werden kann. Eine detaillierte Analyse der motorischen *beat synchronization* sowie des starken Effektes auf die Bewegungsplanung- und Durchführung bietet Michael Thaut in seiner Publikation *Rhythm, Music and the Brain: Scientific Foundations and Clinical Applications* (Thaut, 2005).

Zum evolutionären Ursprung der Fähigkeit der *beat perception* gibt es unterschiedliche Erklärungsansätze. Eine Studie zur Korrelation von *beat perception* und Sozialverhalten bei Kindern konnte zeigen, dass sich die gemeinschaftliche Erfahrung der *beat synchronization* signifikant positiv auf das Kooperationsverhalten der entsprechenden Gruppe auswirkt (Kirschner & Tomasello, 2009). Dass dieser gruppenbezogen positive Effekt auch missbräuchlich eingesetzt werden kann, liegt auf der Hand: Mit den zunächst positiven psycho-sozialen Effekten der *beat perception* (Zusammengehörigkeitsgefühl, Euphorisierung etc.) kann manipulativ auf eine Gruppe eingewirkt werden, z.B. um deren Kampfeswillen zu stärken (Brown & Volgsten, 2005).

Eine grundsätzliche Frage ist, welche Spezies außer der menschlichen zur *beat perception* und *synchronization* fähig sind. A. Patel und Kollegen konnten durch Untersuchungen mit Papageien zeigen, dass diese den *Beat* eines Musikstückes, das in verschiedenen Tempi präsentiert wurde, wahrnehmen und prinzipiell durch rhythmische Bewegungen synchronisieren können

(Patel et al., 2009). Die Studie erhärtet den zuvor von Patel angenommenen Zusammenhang der Fähigkeit der *beat synchronization* und der, des audiovokalen Lernens, wie sie bei Menschen und wenigen anderen Spezies vorliegt.

Untersuchungen zur Perzeption von isochronen Folgen akustischer oder visueller Impulse ließen ferner das Phänomen der *subjektiven Rhythmisierung* beobachten: Signale in isochroner Reihung, z.B. akustische Signale in gleichen zeitlichen Abständen zueinander, deren Soundcharakteristik und Schalldruck identisch sind, werden als Gruppen und nicht als unbestimmte isochrone Folge von monotonen Schallereignissen wahrgenommen (Schaefer, Vlek, & Desain, 2011; Spitznagel, 2000). Vorausgesetzt, der zeitliche Abstand zwischen den jeweiligen Signalen entspricht der Verarbeitungsleistung des Echogedächtnisses (Spitzer 2009, S. 216)

2.1.2 Gruppierung (Grouping)

Das menschliche Wahrnehmungssystem tendiert dazu, aus einem Reizstrom Gestalten zu extrahieren und diese nach den in der Gestaltpsychologie formulierten Prinzipien der Nähe, Ähnlichkeit und Kontinuität zu ordnen (Koffka, 1935). Dies wird unter anderem durch diverse Gedächtniseigenschaften des Menschen determiniert: Das sensorische Gedächtnis (Ultrakurzzeitgedächtnis) besitzt eine relative Speicherkapazität, die je nach Stärke des Reizes und nach Sinnesmodalität variiert. Mehrheitlich wird für visuelle Reize (ikonisches Gedächtnis) eine Dauer von ca. 1 Sekunde und für auditive Reize (echoisches Gedächtnis)³ von

³ Ultrakurzzeitgedächtnis für auditive Reize, auch Echogedächtnis oder echoisches Gedächtnis genannt, speichert eingehende auditive Reize

bis zu 3 Sekunden angenommen (A. D. Baddeley, 1999). Eine Studie von Sams und Kollegen zur Speicherung auditiver Stimuli legt eine Dauer von bis zu 10 Sekunden nahe (Sams, Hari, & Knuutila, 1993). Bereits auf dieser frühen, unbewussten Verarbeitungsstufe der auditiven Perzeption werden Patterns extrahiert und in einer frühen Selektion auch semantisch analysiert (Stefan Koelsch & Schröger, 2008). Das Kurzzeit- oder auch Arbeitsgedächtnis hat eine durchschnittliche zeitliche Speicherdauer von 3-5 Sekunden und eine inhaltliche Kapazität von 3-5 Einheiten (*Chunks*) (Cowan, 2010). Frühere Vermutungen gingen von 7 ± 2 Einheiten aus (Miller, 1956). Die Kapazität kann je nach Sinnesmodalität variieren. Zudem sind sowohl die zeitlichen als auch die inhaltlichen Kapazitätsgrenzen relativ zu verstehen: Durch Wiederholung kann das zeitliche Limit des Kurzzeitgedächtnisses und durch inhaltliche Zusammenfassung von Einzelereignissen in größere Einheiten, die inhaltliche Kapazität gesteigert werden. Fraisse nimmt für neue rhythmische Stimuli eine Kapazität von bis zu 5 sec. an (Fraisse, 1978). Eine Studie mit Musikern konnte demonstrieren, dass die Leistungsfähigkeit des auditiven Kurzzeitgedächtnisses mit der Anzahl der Jahre formalen musikalischen Trainings zunimmt (Bailey & Penhune, 2010).

Aus einem steten Strom von Schallwellen werden nach bestimmten Prinzipien, unter anderem denen der *Kontinuität* und der *Habituation*, Ereignisse extrahiert. Diese unbewusst ablaufenden Wahrnehmungsprozesse können auf evolutionsbedingte Notwendigkeiten zurückgeführt werden, wodurch die Tendenz, plötzliche akustische Veränderung des selben Reizes als neues Ereignis wahrzunehmen (*Kontinuitätsverletzung*) bzw. akustische Wiederholungen in den Hintergrund der Wahrnehmung zu stellen

unbewusst für die Dauer von wenigen Sekunden. Es ist dem Kurzzeitgedächtnis (Arbeitsgedächtnis) vorgelagert.

(*Habituierung*), einen überlebenspraktischen Bezug erhalten (Spitzer, 2009, S. 125). Die Ergebnisse der Segmentierung des akustischen Reizstroms werden in der Literatur unterschiedlich beschrieben und wahlweise als auditives Objekt, *aditory event* oder auch als *auditory image* etc. bezeichnet (Bruhn, 2000).

Die extrahierten auditiven Ereignisse werden anschließend nach den oben genannten gestaltpsychologischen Prinzipien der Ähnlichkeit, Nähe und Kontinuität zusammengefasst, wobei auch die unten beschriebenen Varianten der Akzentuierung hineinspielen. Die Prinzipien werden je nach Kontext unterschiedlich stark von unserem Wahrnehmungssystem berücksichtigt und zur Anwendung gebracht. Wie dies genau vonstatten geht, wie also auf neuronaler Ebene entschieden wird, welches Kriterium der Gruppierung im Einzelfall als wichtiger angesehen wird, ist Gegenstand andauernder Forschung (Spitzer 2009, S. 127).

Snyder ordnet den jeweiligen auditiven Gedächtnisformen (1. Echogedächtnis, 2. Kurzzeitgedächtnis, 3. Langzeitgedächtnis) unterschiedliche Levels der musikalischen Zeitwahrnehmung zu: (1.) *Event Fusion*, die Perzeption akustischer Ereignisse, z.B. simultaner Intervalle oder Lautstärkeveränderungen, (2.) *Melodic or Rhythmic Grouping*, die Wahrnehmung von Patterns, Gruppen und Phrasen sowie (3) *Form*, die Wahrnehmung längerer Sequenzen bis hin zu ganzen Werken (Snyder, 2000).

Ein Modell des Arbeitsgedächtnisses unter Berücksichtigung simultan gespeicherter Informationen verschiedener sensorischer Kanäle (*multi component working memory model*) bietet Baddeley (A. Baddeley, 2003; Cocchini, Logie, Della Sala, MacPherson, & Baddeley, 2002).

Alle beschriebenen Extraktions- bzw. Gruppierungsprozesse im Zeitrahmen des Ultrakurzzeit- und des Arbeitsgedächtnisses laufen zunächst unbewusst ab. Im Langzeitgedächtnis sind proze-

durale, episodische und semantische Inhalte gespeichert, die auf die Verarbeitung auf der Stufe des Arbeitsgedächtnisses Einfluss nehmen können (Spitzer 2009, S.133). So kann durch allgemeines Wissen und Wiederholung der Prozess des *chunking*, die Zusammenfassung einzelner Ereignisse zu einem verlinkten Ereignis, bewusst vollzogen werden und so die Gedächtniskapazität des Arbeitsgedächtnisses aktiv vergrößert werden. Diese bewusste Verarbeitung ist nach J. Sweller eine exklusive Leistung des Arbeitsgedächtnisses (Sweller, Van Merriënboer, & Paas, 1998). Das von Baddeley und Kollegen entwickelte Modell des Arbeitsgedächtnisses für verbal-auditive Reize beschreibt u.a. eine sogenannte phonologische Schleife (phonological loop): Im phonologischen Kurzzeitspeicher (short-term phonological store) flüchtig gespeicherter Input wird durch den aktiven Prozess des inneren artikulatorischen Wiederholens (articulatory loop, auch subvokale Wiederholung) am unmittelbaren Abklingen aus dem phonologischen Kurzzeitspeicher gehindert. Neben dem System der phonologischen Schleife wird eine Art visuell-räumlicher Notizblock (visual-spatial sketch pad) angenommen (Logie, 2014): Hier werden visuelle Patterns passiv gespeichert (visuel cache) sowie analog zur phonologischen Schleife durch eine zweite Komponente (inner scribe) wiederholt und auf diese Weise im Arbeitsgedächtnis gehalten. Die unterschiedlichen Modelle des Arbeitsgedächtnisses werden anhaltend diskutiert (A. Baddeley, 2012).

Erst durch den Prozess der Gruppierung können überhaupt musikalische Rhythmen als Segmente eines Reizstromes perzipiert werden (Snyder, 2000). Der beschriebene Gestaltbildungsprozess, auch *grouping* genannt, kann deshalb als konstituierendes Element der Rhythmuswahrnehmung angesehen werden.

Eine Studie zur Gestaltbildung rhythmischer Strukturen konnte zeigen, dass die individuelle Wahrnehmung rhythmischer Gestal-

ten, d.h. deren Extraktion aus dem Strom akustischer Ereignisse, durch sprachkulturelle Erfahrungen beeinflusst wird. Untersuchungen mit englischen und japanischen Muttersprachlern legen nahe, dass nicht nur die rhythmische Gestaltwahrnehmung, sondern die auditive Wahrnehmung insgesamt durch den jeweiligen sprachkulturellen Hintergrund beeinflusst wird (Iversen, Patel, & Ohgushi, 2008).

2.1.4 Metrum

Das Metrum gliedert den Puls eines Reizstromes in gleiche Gruppen von mindestens zwei Beats, die sich unter den Gesichtspunkten der Spannung und Auflösung voneinander abheben (Bruhn, 2000). Metren referieren demnach auf regelmäßige Patterns starker und schwacher Pulse eines Reizstromes (Epstein, 1995). Gelegentlich wird diskutiert, ob die Wahrnehmung metrischer Strukturen vor allem durch externe Faktoren, wie z.B. die motorische Expression der Aufführungspraxis bestimmt wird (Bruhn 2000, S.50).

Durch die metrische Interpretation rhythmisch-musikalischer Strukturen wird das musikalische Material in aufeinanderfolgende Gruppen segmentiert, auf denen in vertikaler Ausdehnung weitere rhythmische Strukturen aufsetzen. Studien legen nahe, dass es sich bei der Perzeption von Metren um einen Wahrnehmungsprozess handelt, der eine gerichtete Aufmerksamkeit voraussetzt, wohingegen der Prozess der *beat perception* weitestgehend automatisch abläuft (Grahn, 2009; Grahn & Rowe, 2009).

Eine prominente Frage der neurokognitiven Musikforschung betrifft die Lateralisation der jeweiligen musikalischen Kompetenzen. Jenseits der allgemeinen Unterschiede der Verarbeitung

von Melodie und Rhythmus gingen Studien der Perzeption rhythmischer Parameter nach. Hierzu untersuchten E. Altenmüller und Kollegen in einer Studie die Wahrnehmung rhythmischer Strukturen bei Probanden mit links- oder rechtshemisphärischen Läsionen (Altenmüller, Schuppert, Kuck, Bangert, & Grossbach, 2000). Die Ergebnisse legen keine klare rechts- oder linkshemisphärische Zuordnung bei der Verarbeitung rhythmischer Stimuli nahe. Eine weitere Studie Altenmüllers widmete sich der Perzeption von Metren und Rhythmen und der Frage, ob jene Verarbeitungsmechanismen unterschiedlich lokalisiert sind. Da die Probanden eine eher rechts fronto-temporale Aktivierung sowohl für Rhythmen als auch für Metren zeigten, kann zunächst nicht von einer getrennten Verarbeitung beider Bedingungen ausgegangen werden (ebd.).

2.1.5 Timing

Unter dem Begriff Timing werden grundsätzlich zwei verschiedene Phänomene zusammengefasst. Zunächst wird unter dem exakten Timing des praktizierenden Musikers die Fähigkeit zur kontinuierlichen Referenz auf den inhärenten Puls eines musikalischen Reizstromes verstanden. So gesehen ist das Timing eines Musikers umso ausgeprägter, je weniger unplanmäßige Temposchwankungen er in seinem Spiel zulässt. Andererseits wird mit dem Terminus Timing das spezifische Verhältnis einer rhythmisch-musikalischen Struktur zum impliziten Puls beschrieben (*expressive timing* oder auch *micro timing*): Je nach dem, ob das rhythmische Material bezogen auf einen impliziten isochronen Puls planmäßig minimal vor, auf oder nach den jeweiligen Pulsschlägen platziert ist, wird von unterschiedlichem *micro timing* gesprochen. Als konstante Referenz auf den inhärenten Puls mit dem Ziel, Temposchwankungen zu vermeiden, gehört

exaktes Timing zum Repertoire grundlegender rhythmischer Fertigkeiten. Im zweiten Wortsinn stellt es darüber hinaus ein rhythmisches Ausdrucksmittel dar und ist zudem ein wichtiger Bestandteil der Idiomatik unterschiedlicher musikalischer Kulturen und Genres. Studien zum *expressiven Timing* bei Pianisten konnten den gezielten Einsatz von Tempovariationen bei strukturell bedeutsamen Ereignissen dokumentieren. Abschnitte, Phrasen oder kleinere rhythmische Einheiten wurden gezielt verlangsamt und erhielten dadurch innerhalb des musikalischen Zusammenhangs eine hervorgehobene Position (Todd, 1985). Expressives Timing stellt sich, neben der rhythmischen Artikulation, als ein wesentlicher Faktor der rhythmisch-musikalischen Interpretation dar (Clarke, 1989). Interessant ist, dass musikalisch Trainierte originale musikalische Sequenzen gegenüber solchen, bei denen die Ebene des expressiven Timings manipuliert war, klar bevorzugten, wie Clark in einem Experiment zeigen konnte (Clarke, 1993).

2.1.6 Akzent

Ein musikalischer Akzent kann als ein Ereignis innerhalb einer musikalischen Struktur beschrieben werden, das sich von der Mehrheit der Ereignisse des Reizstromes hinreichend abhebt. Bei Clarke findet sich eine Unterscheidung von drei grundlegenden Akzenttypen (Clarke, 1999): *Phenomenal accents*, *structural accents* und *metrical accents*. Als *phenomenal accents* können alle Einzelereignisse eines musikalischen Reizstromes aufgefasst werden, die sich z.B. durch Variation der Lautstärke, Tonhöhe oder Klangfarbe hinreichend von dem übrigen musikalischen Material abheben, unabhängig von etwaigen strukturellen Bezügen auf Metrum, Motiv oder Phrase. *Structural accents* markieren den Beginn oder das Ende kleinerer rhythmischer Einheiten.

ten, wie Motiv oder Phrase. *Metrical accents* hingegen sind *phenomenal* oder *structural accents*, die periodisch wiederkehren und auf diese Weise metrische Strukturen implizieren (Thaut, 2005). Akzente und deren Perzeption sind so gesehen ein integraler Bestandteil rhythmischer Strukturbildung und als Marker musikalischer Gruppen wiederum untrennbar mit dem oben beschriebenen Prozess der Gestaltbildung verbunden.

2.1.7 Tempo

Der Begriff Tempo bezeichnet das Zeitmaß oder auch die Geschwindigkeit eines musikalischen Reizstromes und kann entweder durch assoziative Umschreibungen oder durch die exakte Angabe der Schläge pro Minute definiert werden. Die etablierten italienischen Bezeichnungen für langsame, mittlere und schnellere Tempi liefern stets eine mit einer Ausdrucksvorstellung verbundene assoziative Beschreibung des Tempos und bieten so einen gewissen Interpretationsspielraum innerhalb des angegebenen Zeitmaßes. Durch Umschreibungen wie *Andante* = *schreitend*, werden Tempoangaben in Relation zu motorischen Schwingungsfrequenzen des menschlichen Körpers gesetzt. Das in Schlägen pro Minute (*beats per minute* = *bpm*) mathematisch angegebene Tempo definiert hingegen exakt den zeitlichen Abstand zwischen den Grundsschlägen einer rhythmisch-musikalischen Struktur.

Untersuchungen zu individuell bevorzugten Tempi, bei denen die Aufgabe darin bestand, spontan und ohne Vorgabe etwaiger zeitlicher Richtwerte eine konstante Folge von Schlägen auszuführen, ergab Hinweise auf interindividuell repräsentative Tempobereiche. Die spontan ausgeführten Schlagfolgen ließen im Probandenvergleich eine zeitliche Varianz im Bereich von 200-

1400 ms zwischen den Schlägen beobachten. Die Analyse lässt auf ein repräsentatives Zeitintervall von durchschnittlich 600 ms schließen (Fraisse, 1982). Als Tempo, das von den Probanden als ausgeglichen wahrgenommen und weder als zu schnell noch als zu langsam bevorzugt wird, konnte ein ungefähres Zeitintervall von 500-700 ms ermittelt werden (ebd.).

2.2 Zusammenfassung

Nicht alle der oben beschriebenen Merkmale sind für musikalische Rhythmen zwingend konstituierend. In einigen westafrikanischen Kulturen wird auf die explizite metrische Gliederung rhythmisch-musikalischer Strukturen verzichtet (Clayton, 1996). Wie erwähnt, gibt es Beispiele für musikalische Konzepte ohne konstanten Puls, womit gleichzeitig das Kriterium Tempo als zwingendes Merkmal einer etwaigen Definition wegfallen würde.

A. Patel liefert unter den gegenwärtig verfügbaren Materialien eine umfangreiche Darstellung des musikalischen Rhythmus (Patel 2010, S.96-181). In seiner Definition bestimmt Patel die Merkmale *accent*, *timing* und *grouping* als dessen Kriterien. Um den Unterschied zwischen Rhythmus und musikalischem Rhythmus herauszustellen, wurde eingangs in einer alternativen Definition die von Patel verwendete Formulierung des *systematic patterning* ersetzt. Hinzu genommen wurde die Bedingung der *Intention* des Performers. Die Hypothese lautet, dass musikalischer Rhythmus sich von nicht-musikalischem Rhythmus (z.B. Biorhythmus) dadurch unterscheidet, dass er rhythmisch als *intentional* wahrgenommen wird.

Musikalische Rhythmen können auch rein haptisch oder visuell und müssen nicht zwingend in Form von Schallereignissen wahrgenommen werden, wenngleich nicht-auditive gegenüber auditiven Stimuli einen negativen Einfluss auf die Genauigkeit der *beat synchronization* haben können (Jäncke, Loose, Lutz, Specht, & Shah, 2000). Ebenso können anhand der Körperbewegung des Performers, den sogenannten *expressive movements*, rhythmische Strukturen wahrgenommen werden (Gabrielsson, 1999). Schallwellen wiederum werden nicht zwingend ausschließlich über die Hörbahn, sondern ggf. durch Reizung anderer Organe perzipiert. Musikalische Rhythmen sind

demnach in ihrer Produktion und Perzeption nicht auf auditive Ereignisse oder die auditive Wahrnehmung angewiesen. Um der tatsächlichen Bandbreite möglicher Manifestationen musikalischer Rhythmen gerecht zu werden, erscheint es angebracht, die Verknüpfung von Sound und musikalischem Rhythmus als Bedingung zu relativieren. Musikalische Rhythmen können in Anlehnung an Patel als Pattern bezeichnet werden, deren Kriterien *timing*, *accent* und *grouping* als intentional wahrgenommen werden und bei denen es sich mehrheitlich um akustische Manifestationen handelt.

Wie Patel herausgestellt, können *prosodisch-rhythmische* Informationen in sprachlichen Systemen unter den gegebenen definitorischen Bedingungen ebenso als *rhythmisch-musikalisch* interpretiert werden. Dies jedoch mit der Einschränkung, dass prosodische Informationen zwar in ihren Merkmalen Akzentuierung, Gruppierung und Timing intentional sind, jedoch zumeist dem begrifflich-referenziellen Ausdruck deutlich untergeordnet zu sein scheinen. In einigen Sprachräumen ist der Anteil der prosodischen verglichen mit der referenziellen Ebene stärker: Onomatopoeische und ideophonische Informationen spielen in diesen Fällen eine deutlich größere Rolle bei der Bedeutungskonstitution als in anderen Sprachräumen und verleihen dem sprachlichen Ausdruck insgesamt einen hervorgehobenen musikalischen Charakter.

3. Elemente der Forschungsfrage zwischen Semiotik und linguistischer Semantik

In der Forschungsfrage der vorliegenden Arbeit wird nach der *Bedeutung* nicht-sprachlicher Ereignisse gefragt. Die Frage nach der Bedeutung betrifft das Interessengebiet der *Semantik*. Unterschieden werden können die Semantik als Teilgebiet der *Semiotik*, die sich der Inhaltsseite der Zeichen im Allgemeinen widmet, und die Semantik, die sich ausschließlich mit der Inhaltsseite sprachlicher Zeichen befasst und als solche der Linguistik zuzuordnen ist.

Sprachliche sowie nichtsprachliche Ereignisse und die mit ihnen verknüpfte Bedeutung können als Relata einer Zeichenbeziehung betrachtet werden. Die Semiotik bietet Modelle, anhand derer semantische und weitere semiotische Zeichenbeziehungen beschrieben werden können. Um die semantische Dimension von Zeichen einordnen zu können, ist es deshalb von Vorteil, mit den Grundannahmen der Semiotik vertraut zu sein.

3.1 Semiotik

Semiotik (von altgr. σημειον, Zeichen) wird gemeinhin als Zeichentheorie, als Lehre von den Zeichen verstanden, die sich mit den Zeichen insgesamt, der Entstehung der Zeichen (*Semiose*) und dem pragmatischen Anteil, dem Gebrauch der Zeichen, auseinandersetzt.

Im Kern verhandelt die Semiotik stets eine Beziehung zwischen Etwas (einem Zeichenträger), welches auf ein anderes Etwas (auf das Objekt) verweist unter der Bedingung eines, mehr oder

weniger explizit benannten, *interpretierenden Bewusstseins* (Nöth, 2000).

Zeichen können unterschiedlich systematisiert und klassifiziert werden und sind stets mehr als ihre bloße sinnliche Manifestation, sie sind immer eine Relation unterschiedlicher Relata, von denen eines der Zeichenträger selbst ist. Historisch können verschiedene semiotische Entwicklungslinien beschrieben werden, etwa die amerikanische Schule, die sich auf die Arbeiten von Charles Sanders Peirce bezieht, und die auf Ferdinand De Saussure aufbauende französische Schule. Für nonverbale akustische Ereignisse bieten die allgemeine Semiotik nach Peirce und die darin enthaltene Zeichentypologie einen möglichen Interpretationsrahmen.

3.1.1 Allgemeine Semiotik und Zeichentypologie nach Charles S. Peirce

Peirce gilt als die einflussreichste Persönlichkeit der nordamerikanischen Philosophiegeschichte. Allgemeine Anerkennung erfuhr sein umfangreiches Werk jedoch erst postum. Seinen semiotischen Ansatz entwickelte er aus phänomenologischen, logischen und erkenntnistheoretischen Überlegungen. Im Gegensatz zu Saussure, der die Semiotik sprachlicher Zeichen in den Mittelpunkt stellt, entwirft Peirce eine allgemeine Semiotik, jenseits rein semiolinguistischer Konzepte.

Die folgende Darstellung bezieht sich auf die von Kloesel und Pape herausgegebenen Bände der semiotischen Schriften von Peirce, die er im Zeitraum von 1859-1913 verfasste (Peirce, 2000a, 2000b, 2000c). Eingebunden werden die Publikationen von Nöth (Nöth, 2000), Hoffmann (Hoffmann, 2001) und Atkin (Atkin, 2010) sowie der von Pape übersetzte *Syllabus of Certain Topics of Logic* (Peirce, 1983).

Der Logiker und Philosoph *Charles Sanders Peirce* geht in seiner Zeichentheorie von einer *triadischen Relation* (Peirce 1983, S.64-67, S. 121-138) aus zwischen:

a) *Interpretant*: Einem durch einen Zeichenträger (dem sogenannten *Repräsentamen*) im wahrnehmenden Subjekt ausgelösten Effekt (z.B. die durch ein perzipiertes Wort ausgelöste mentale Repräsentation)

b) *Repräsentamen*: Etwas, das für ein anderes Etwas (das sogenannte Objekt) steht. Allerdings steht das Repräsentamen nicht für alles, was das Objekt ist, sondern für einen Aspektzu-

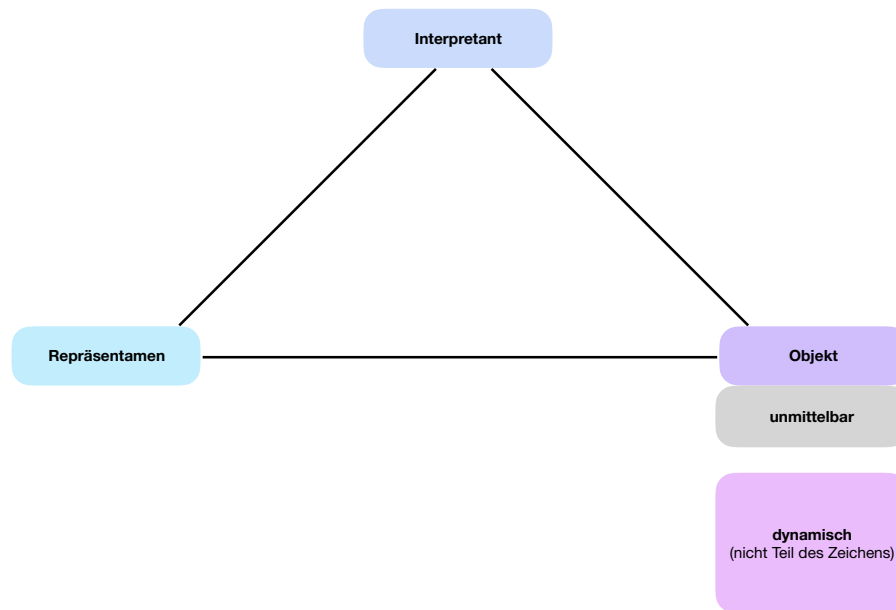
sammenhang, bei Peirce *ground* des Repräsentamen genannt (z.B. ein Verkehrsschild mit einer schematischen Darstellung eines Objektes);

c) *Objekt*: Demjenigen Etwas, mit dem das Repräsentamen verknüpft ist (z.B. ein Tier, auf das die schematische Darstellung eines Verkehrsschildes verweist). Unterschieden werden später das *dynamische* (von Einzelaspekten unabhängige ganze, finit zunächst nicht erkennbare) und das *unmittelbare* (das nur durch die Referenz innerhalb der Zeichenrelation denkbare) Objekt.

Das Zeichen selbst ist nach Peirce nicht das isoliert betrachtete Repräsentamen an sich, dieses beschreibt er auch gelegentlich als Zeichenvehikel (Atkin, 2010), sondern jenes wird erst durch die triadische Relation aus Interpretant, Repräsentamen und Objekt möglich.

Die Entstehung des Zeichens, die Interaktion zwischen Objekt, Repräsentamen und Interpretant, wird als *Semiose* bezeichnet. Der Interpretant könne, im Sinne einer andauernden Semiose, wiederum als Repräsentamen gedeutet werden. Um einen infiniten Regress zu vermeiden, der die Bedeutung eines Zeichens ins Unendliche verlegen würde, präzisiert Peirce später den Begriff des Interpretanten insofern, als dieser die eigentlich „bedeutungstragende Wirkung des Zeichens“ (Hoffmann 2001, S.3) sei.

Der *Interpretant* eines *unmittelbaren Objektes* entsteht durch die Vermittlung des *Repräsentamens* innerhalb einer Zeichenrelation. Das *unmittelbare Objekt* selbst bleibt jedoch immer eine Perspektive auf das *dynamische Objekt*, das als solches zunächst nicht finit erkennbar sei (Peirce 2000c, S.82).



Semiotisches Dreieck, triadische Zeichenrelation

Um die Systematik der Peirc'schen Zeichentheorie nach zu vollziehen, ist es hilfreich, die in seinen phänomenologischen Ausführungen formulierten *Kategorien* zu betrachten. Peirce nimmt drei fundamentale Kategorien an, die drei mögliche *Weisen der Erscheinung von Etwas* beschreiben, und somit auch alle drei Relata der Zeichenrelation und ihre Beziehungen untereinander betreffen. Hierzu wählt er möglichst wenig vorbelastete Begriffe, um etwaigen Fehlinterpretationen vorzubeugen (Peirce 2000a, S. 345f; Peirce 1983, S. 54-58; Hoffmann 2001, S.8-10):

Firstness (Ersttheit): Eine Weise der Erscheinung *an sich*, ohne dass diese über eine bloße Qualität hinausgeht und ohne in einer Beziehung zu einem Zweiten zu stehen.

Secondness (Zweitheit): Eine Weise der Erscheinung, in der etwas faktisch bzw. als Relation zu einem Zweiten wahrgenommen werden kann, ohne dass dadurch *etwas als etwas erkannt* wird.

Thirddness (Drittheit): Eine Weise von etwas, das aufgrund einer

Gesetzmäßigkeit oder Regelmäßigkeit *als etwas erkannt* werden kann.

Über die drei genannten Kategorien hinaus gebe es keine weiteren möglichen Weisen der Erscheinung. Peirce überträgt nun im Laufe seiner mittleren Schaffensperiode jene phänomenologischen Grundannahmen auf jedes einzelne Relatum, d.h. jeweils auf Objekt, Repräsentamen und Interpretant, und zwar zunächst in Beziehung des Repräsentamens zum Objekt sowie zum Interpretanten und auf das Repräsentamen.

Trichotomie der Beziehung des Repräsentamens zum Objekt (Peirce 1983, S. 64ff, S. 121-138; Hoffmann 2001, S. 10-13):

Die Qualität der Beziehung des Repräsentamens zum Objekt wird entweder als ikonisch, indexikalisch oder symbolisch beschrieben.

Ikon (icon): Ikone weisen eine strukturelle Ähnlichkeit von Repräsentamen und Objekt auf. Die Analogie kann visueller, akustischer oder sonstiger sensorischer Natur sein. Ein ikonisches Zeichen, etwa ein Piktogramm, ist immer eine Reduktion, insofern es nicht alle Eigenschaften des Objektes teilt. D.h. es gibt innerhalb der geteilten Eigenschaften des Ikons und des Objektes einen graduellen Unterschied, den sogenannten graduellen Unterschied der Ikonizität. Entsprechend ihres Grades der Ikonizität können die ikonischen Repräsentamen nach Peirce insgesamt in drei Arten eingeteilt werden: a) Bilder, b) Diagramme und c) Metaphern.

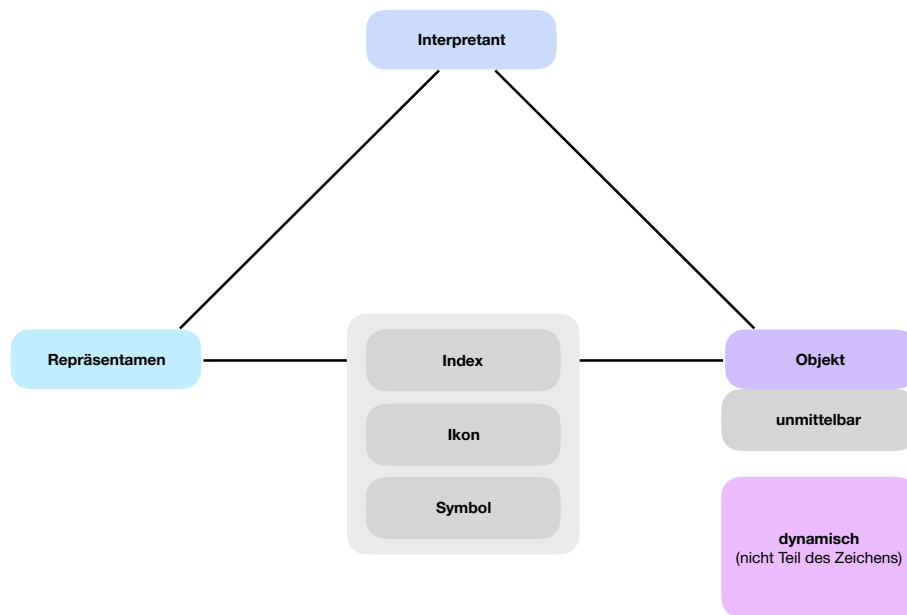
Im Zusammenhang mit der Forschungsfrage interessante Varianten ikonischer Objektbeziehungen sind die lautmalerischen, d.h. lautnachahmenden bzw. lautsymbolischen Wörter, genannt

Onomatopoetika sowie diejenigen *Ideophone*, die ebenfalls lautmalerisch nachahmend funktionieren aber nicht ausschließlich auf akustische Phänomene referieren.

Index (index): Ein Index ist ein sogenanntes *Anzeichen*, es liegt vor, wenn das Repräsentamen in einem realen kausalen Zusammenhang zu etwas oder dem Zustand von etwas steht (Kontiguität). Indizes, die auf einen Zustand von etwas verweisen, werden auch nachgeordnet *Symptome* genannt.

Bei Ikonen und Indizes spricht man ferner von den sogenannten *motivierten* Zeichen, d.h. sie sind von etwas, von dem Objekt her, motiviert.

Symbol (symbol): Symbole sind arbiträre bzw. dem Objekt durch Konvention zugeordnete Repräsentamen, eingeschlossen die sogenannten sprachintern motiviert zugeordneten Repräsentamen (z.B. zusammengesetzte Substantive). Zu den Zeichen mit symbolischem Objektbezug können eine Mehrheit der sprachlichen Zeichen gezählt werden. Symbole weisen im Gegensatz zu Indizes und Ikonen weder eine durch das Objekt motivierte noch durch einen kausalen Zusammenhang mit einem Objekt bestimmte Beziehung auf.



Semiotisches Dreieck, Trichotomie der Beziehung des Repräsentamens zum Objekt

Trichotomie der Beziehung des Repräsentamens zum Interpretanten (Peirce 1983, S. 128-133; Nöth 2000, S.66):

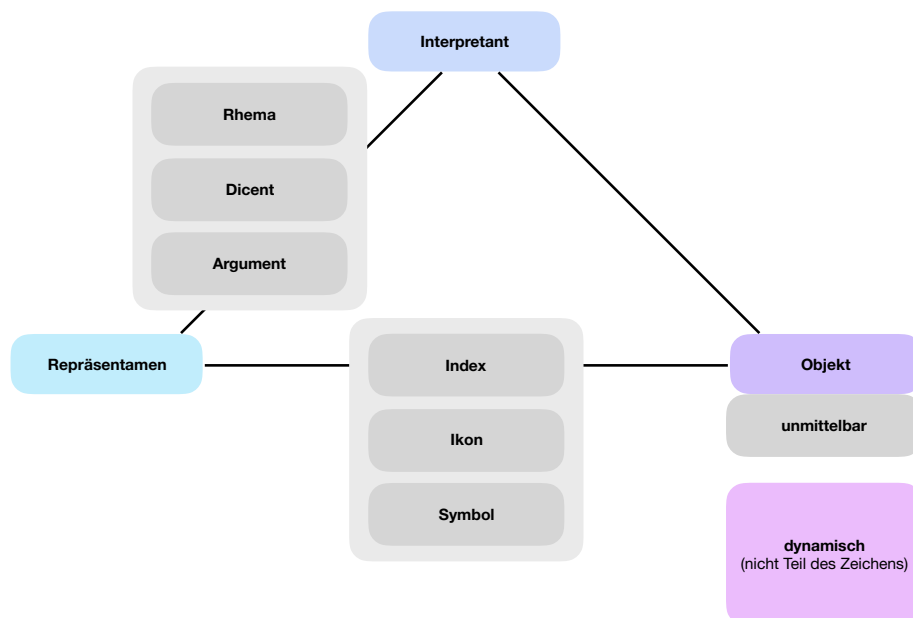
Die Qualität der Beziehung des Repräsentamens zum Interpretanten wird entweder als rhematisch, dicentisch oder argumentisch beschrieben.

Rhema: Rhematisch wird die Beziehung zwischen Interpretant und Repräsentamen genannt, wenn durch dieses eine Repräsentation, etwa ein Wort oder ein emotionaler Zustand ausgelöst wird, die ein mögliches aber kein konkretes Objekt repräsentiert und insofern weder wahr oder falsch ist, z.B. ein beliebiger „isolierter Term“ (Nöth 2000, S.66).

Dicent: Die Beziehung zwischen Interpretant und Repräsentamen wird als dicentisch aufgefasst, wenn die durch das Repräsentamen ausgelöste Repräsentation propositional ist, d.h. wenn

etwas in Relation zu einem Anderen gestellt wird, wahr oder falsch ist, aber dadurch nicht begründet wird. Sie ist semantisch weniger offen interpretierbar als die rhematische Beziehung (ebd.)

Argument (delome): Die durch ein Zeichen ausgelöste Repräsentation wird als Argument bezeichnet, wenn sie eine Gesetzmäßigkeit zwischen Entitäten darstellt. Sie lässt innerhalb der Trichotomie den geringsten semantischen Interpretationsspielraum zu (ebd.).



Semiotisches Dreieck, Trichotomie der Beziehung des Repräsentamens zum Interpretanten

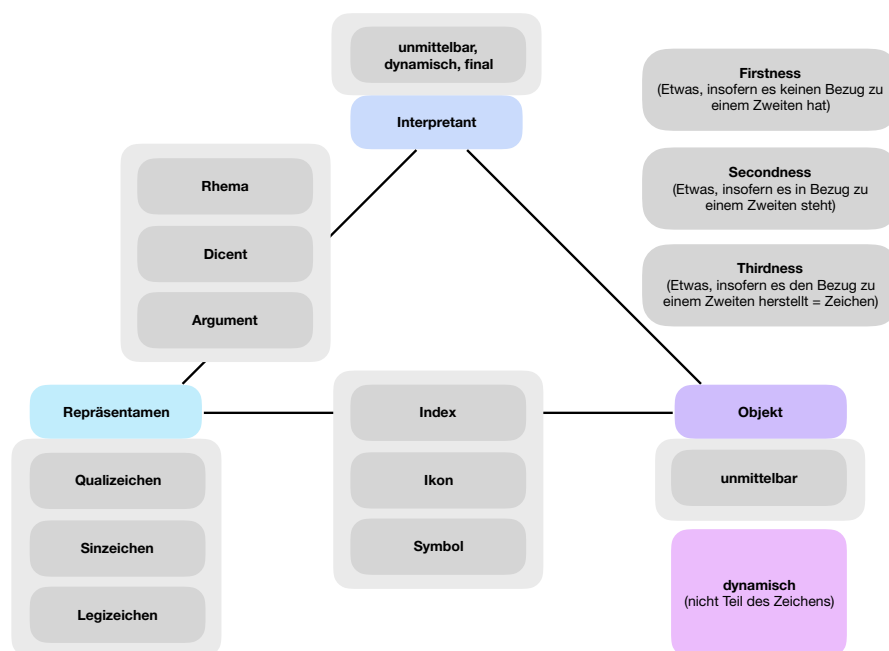
Trichotomie des Repräsentamens (Repräsentamen als Zeichenvehikel innerhalb einer Zeichenrelation) (Peirce 2000b, S. 279; 1983, S. 128-133):

Das Repräsentamen selbst wird je nach Qualität entweder als Quali-, Sin- oder Legizeichen beschrieben.

Qualizeichen (tone): Als Qualizeichen werden Zeichenvehikel als Teil einer Zeichenrelation beschrieben, die keine Widerständigkeit besitzen, die eine Qualität sind, die nicht „verkörpert“ ist (Peirce 1983, S. 123).

Sinzeichen (token): Ein Zeichen wird als ein Sinzeichen beschrieben, wenn es allein durch seine Qualitäten verkörpert wird, d.h. insofern es ein „aktual existierendes Ding oder Ereignis“ ist (ebd.).

Legizeichen (type): Ein Legizeichen beschreibt ein in einer Zeichenrelation funktionierendes Zeichenvehikel, das ein Gesetz oder auch ein allgemeines Schema verkörpert, z.B. alle konventionellen Zeichen (ebd. S. 124).



Semiotisches Dreieck mit Trichotomien

Aus den Trichotomien lassen sich, mathematisch gesehen, 27 verschiedene Kombinationen der jeweiligen Zeichendimensionen ableiten. Da die oben beschriebenen phänomenologischen Kategorien logische Restriktionen enthalten und nicht alle mathematisch möglichen Kombinationen zulassen, verbleiben vorläufig zehn logisch mögliche Konstellationen, bei Peirce auch *Zeichenklassen* genannt (Peirce 1983, S. 128-133):

- 1.) Rhematisch-ikonisches Qualizeichen
- 2.) Rhematisch-ikonisches Sinzeichen
- 3.) Rhematisch-indexikalisches Sinzeichen
- 4.) Dicentisch-indexikalisches Sinzeichen
- 5.) Rhematisch-ikonisches Legizeichen
- 6.) Rhematisch-indexikalisches Legizeichen
- 7.) Dicentisch-indexikalisches Legizeichen
- 8.) Rhematisch-symbolisches Legizeichen
- 9.) Dicentisch-symbolisches Legizeichen
- 10.) Argument-symbolisches Legizeichen

In der letzten Periode seines Schaffens differenziert Peirce zunächst, wie oben bereits dargelegt, das Objekt seiner Zeichentheorie (Peirce 200b, S. 257f; Peirce 2000c, S.82; Hoffmann 2001, S. 6f). Er unterscheidet ein *dynamisches* und ein *unmittelbares* Objekt. Dynamisch ist ein Objekt, insofern es alles einschließt, was es zu diesem Objekt macht. Der semiotische Zeichenprozess in seiner vorwärts schreitenden Verkettung von Zeichen ist so gesehen durch die *Möglichkeit des dynamischen*

Objekts motiviert. Das unmittelbare Objekt ist dasjenige, welches wir innerhalb einer Zeichenrelation für ein Objekt halten, also ein unvollständiger Aspektzusammenhang des dynamischen Objektes und als solcher mit dem dynamischen Objekt untrennbar verbunden (Hoffmann, 2001).

Eine weitere Differenzierung betrifft den Interpretanten (Peirce 2000, S. 224f): Der *unmittelbare Interpretant* ist der Interpretant eines Zeichens, bevor er interpretiert wird, d.h. der dem Repräsentamen inne wohnende potentielle Interpretant. Dieser ist entweder *monadisch*, *dyadisch* oder *triadisch*. Der *dynamische Interpretant* hingegen ist der direkte Effekt eines Zeichens im Interpretieren. Betrachtet man den Prozess einer andauernden Semiose, dann ist der dynamische Interpretant eines Zeichens das unmittelbare Objekt des folgenden Zeichens. Der finale Interpretant schließlich entspricht der (hypothetischen) vollständigen mentalen Repräsentation des dynamischen Objektes, für Peirce in der letzten Schaffensperiode entgegen früherer Äußerungen ein potentiell erreichbares Ideal (Hoffmann 2001). Der finale Interpretant entspricht dem allumfassenden und im Sinne der Semiose nicht fortführbaren Verständnis des dynamischen Objektes. Hier ist ein Versuch der Synthese des von Peirce geprägten Begriffs der *inquiry* und des Terminus der *Semiose* seiner Zeichentheorie sichtbar, der kennzeichnend für sein Schaffen ab 1906 ist (Atkin 2013).

Peirce macht eine weitere Unterscheidung in einen *emotionalen*, *energetischen* und *logischen* Interpretanten. Inwiefern sich diese Unterteilung des Interpretanten lediglich auf den dynamischen oder auf alle drei, also jeweils auf den unmittelbaren, dynamischen und finalen Interpretanten beziehen, ist Gegenstand anhaltender Debatten (Atkin 2013). Zudem geht Peirce neben menschlichen und animalen Interpretanten ebenso von nicht-mentalenen Interpretanten aus und schließt biologische, chemische

und physikalische Prozesse in den Kosmos triadischer Zeichenbeziehungen ein (Nöth 2000, S. 62).

Durch diese und zahlreiche weitere begriffliche Erweiterungen der letzten Zeit seines Schaffens potenzierte sich die Zahl der logisch möglichen Zeichenklassen laut Peirce auf sechshundsechzig, die sich aus insgesamt zehn verschiedenen Elementen konstituierten. Diese Zahl bleibt jedoch in der anhaltenden Peirce Rezeption vage.

3.1.2 Semiotische Entwicklungslinien

Ein anderer prominenter Ansatz, welcher der linguistischen Semiotik zugeordnet werden kann, wurde von dem Schweizer Sprachwissenschaftler Saussure entwickelt. Saussure entwirft eine allgemeine Semiotik (*Semiotologie*), kann aber zuvorderst als Begründer der modernen Linguistik gesehen werden (Saussure, 2014). Die linguistische Semiotik ist nach wie vor das am differenziertesten ausgearbeitete Teilstück der Semiotik insgesamt (Trabant, 1996).

Saussure interpretiert ein sprachliches Zeichen (*signe linguistique*) als arbiträre, rein durch Konvention verknüpfte Einheit aus:

a) *Lautbild (Signifikant)*, der kollektive „psychische Eindruck“ eines sprachlichen Dinges auf der Abstraktionsebene des Zeichensystems (*langue*), nicht etwa der „materielle Laut“ selbst, welcher wiederum als „Aktualisierung“ des Lautbildes während des Sprechens (*parole*) definiert wird und immer auch ein „individuelles“ Lautbild sei.

b) *Begriff (Signifikat)*: die mit dem Signifikanten verbundene „kollektive“ Vorstellung, Idee bzw. das kollektive Konzept, zu unterscheiden von der stets individuellen Vorstellung, Idee bzw. des individuellen Konzeptes eines Referenten (eines bezeichneten Etwas).

In der von Saussure ausgearbeiteten Systematik sind demnach grundsätzlich zwei Ausdehnungsrichtungen enthalten: Eine horizontale Dimension, auf der zwischen Signifikant und Signifikat unterschieden wird sowie eine vertikale Dimension, auf der Signifikant und Signifikat eine Herabstufung erfahren: von der kollektiven Ebene (*langue*) hin zur individuellen und herab zur materiellen Ebene (*parole*) (vgl. J. Trabant 1996, S.39-42). Die vor-

nehmliche wissenschaftliche Arbeit liegt für Saussure im Bereich der sogenannten *langue*, der kollektiven Ebene.

Die auf Saussure aufbauende Entwicklungslinie, die sogenannte Pariser Schule, wird auch unter der Bezeichnung der *europäischen Semiotik* zusammengefasst. Über die *Glossematik* Louis Hjelmslevs und die strukturelle Semantik A. J. Greimas kann, Trabant folgend, die europäische Entwicklung als von der linguistischen Perspektive, von der Sprachhaftigkeit der Zeichen her motiviert gedeutet werden. Vor allem auf die Inhaltsseite der Zeichenrelation zielend erhebt Trabant den Einwand, die europäische Semiotik der Pariser Schule sei eher *Semantik* als *allgemeine Semiotik* (Trabant 1996, S.56). Roland Barthes, der ebenfalls in der Tradition Saussure's steht, zielt mit seiner *Semiotologie* stärker als andere Vertreter auf das Phänomen des Zeichens an sich und eine allgemeine Semiotik (Barthes, 1964).

Die Entwicklungslinie nach Peirce, die sogenannte *amerikanische Schule*, stellt die Typologie der Zeichen in den Mittelpunkt. Dadurch erwirbt sie sich, verglichen mit den Ansätzen der Pariser Schule, eine größere Unabhängigkeit von der Sprachhaftigkeit der Zeichen und kann deshalb zunächst überzeugender als Ausgangspunkt einer *allgemeinen Semiotik* gelten (Trabant 1996, S. 16f). Die Möglichkeit, mit Hilfe des Peirce'schen Ansatzes Repräsentamen jeglicher sensorischer Qualität als Bestandteil einer Zeichenrelation interpretieren zu können, macht die Vorliebe für die Terminologie Peirce' auf musikwissenschaftlichem und musikästhetischem Gebiet erklärlich.

3.1.3 Bemerkungen zur Musiksemiotik

Auch in der Musiksemiotik können die Entwicklungslinien der allgemeinen Semiotik aufgezeigt werden. Im Zusammenhang dieser Arbeit ist nicht das musiksemiotische Forschungsfeld der *Semiographie* (die graphische Repräsentation musikalischer Ereignisse), sondern die Musik als etwaiges akustisches Zeichensystem von Interesse.

Der extremen Position, die dem Medium Musik jeglichen extramusikalischen intentionalen Charakter sowie jegliche Ausdrucksfähigkeit abspricht, steht die Position gegenüber, die eine extramusikalische Zeichendimension der Musik betont. Dazwischengeliegend finden sich zahlreiche moderate Sichtweisen. Der prominenteste und meistzitierte Vertreter des Standpunktes einer musikalischen Autonomie und damit der Ablehnung eines intentionalen Charakters der Musik ist wahrscheinlich Igor Strawinsky (Strawinsky 1936, nach Nöth 2000, S. 434). Derartige Sichtweisen auf das Medium Musik können als *asemiotisch* verstanden werden, da sie eine etwaige Zeichenhaftigkeit der Musik grundsätzlich ablehnen.

Peter Faltin vertritt abgemildert die Annahme eines selbstreferenziellen Zeichensystems, dessen Zeichen zwar eine Bedeutung in Bezug zu anderen Zeichen desselben Systems, jedoch für sich genommen, d.h. außerhalb des Systems, keine Referenz besäßen. Die Kategorien der musikalischen Syntax bestimmten Regeln, auf deren Grundlage vormals asemantische Entitäten in Beziehung gesetzt würden und so eine intramusikalische Bedeutung erhielten (Faltin, 1978, S. 159f). Vladimir Karbusicky hingegen schließt eine extramusikalische Dimension musikalischer Bedeutung nicht aus (Karbusický, 1986).

Innerhalb des Spektrums derjenigen Standpunkte, die eine se-

mentische Dimension der Musik in Betracht ziehen, stehen sich demnach die Annahmen einer intra- und intermusikalischen Bedeutung (*Endosemantik*) und einer extramusikalischen Bedeutung (*Exosemantik*) gegenüber (vgl. Nöth 2000, S. 434f).

Musiksemiotik fordert eine semiotische Analyse der Musik. Dies unterscheidet sie aus Sicht ihrer Protagonisten von dem von Hermann Kretzschmar eingeführten Begriff der *musikalischen Hermeneutik* des 19. Jahrhunderts (Cook, 2007, S. 87). Die musikalische Hermeneutik im Sinne Kretzschmars beziehe sich auf die Tradition der Figurenlehre des 16. bis 18. Jahrhunderts und strebe eine inhaltliche *Auslegung* an, der nicht selten eine Neigung zum subjektiven „Poetisieren“ (Kneif, 1975, S.63f) zu eigen sei. Gleichzeitig könne diese Traditionslinie nicht unbeachtet bleiben, da sie in den „kollektiven Besitz“ einer Kulturgemeinschaft übergegangen und deshalb auch semiotisch bedeutsam sei, wie Kneif betont (Ebd. S. 71).

Die Sichtweise, die einer wie auch immer gearteten Selbstreferenzialität eines lediglich syntaktische Bedeutung tragenden Systems anhängt, steht der Traditionslinie der Formästhetik Eduard Hanslick's näher (Hanslick 1854), die oben genanntem Kretzschmar widerstrebte (vgl. Kneif 1975, S. 65). Hanslick kann als vielzitiert Mahner gegen eine Auffassung gelten, die die Musik als Text begreift, der nur darauf wartet, entziffert zu werden. Stattdessen betont er ihren autotelischen und grundsätzlich nicht-sprachlichen Charakter (Hanslick, 1854). Den Versuch, einer semiotischen Betrachtung von syntaktischer, allein die Form betreffender Bedeutung gegenüber einer von ihr unterschiedenen inhaltlichen Bedeutung unternimmt Umberto Eco (Eco, 1977). Wie Rudolf Fietz darstellt jedoch nicht frei von Widerspruch: Die von Eco vorgeschlagene Zeichenklassifikation, die den semantischen Wert eines Zeichens, der auf ein Signifikat verweist, von einem syntaktischen Wert, der ausschließlich die

internen Beziehungen betrifft (Musik, mathematische Zeichen etc.), unterscheidet, stünden Ecos eigenem Zeichenbegriff entgegen. Dieser besage, dass jedes Zeichen in einen Prozess der *Designation* eingebunden, d.h. *für etwas Anderes stehen* müsse (Fietz, 1992, S. 84).

Hanslick stellt im vierten Kapitel (*Analyse des subjektiven Eindrucks der Musik*) seiner Schrift *Vom Musikalisch Schönen* (Hanslick, 1854) die Bedeutung der neuronalen Wirkung der Musik heraus. Er bemerkt, dass die Wissenschaft seiner Zeit zu forderst an dem akustischen Ereignis an sich und weniger an den neuronalen Effekten der Musik interessiert sei: „Ebenso wenig hat die im Triumph fortschreitende Wissenschaft der Physiologie etwas Entscheidendes über unser Problem gebracht und pflegt bei der Untersuchung des Hörens vielmehr den Schall und Klang überhaupt, als insbesondere den musikalisch verwendeten, im Auge zu haben.“ (Hanslick, 1854, S. 60). In genanntem Kapitel folgt eine weiterführende Einschätzung der Möglichkeiten und Grenzen der Physiologie Mitte des 19. Jahrhunderts, die von dem Interesse an der neuronalen Verarbeitung der Musik getragen ist, wenn auch mit durchgehend skeptischem Grundton. Letztlich, so Hanslick, sei die unmittelbare Wirkung der Musik auf das Nervensystem weniger ästhetisch als pathologisch einzuordnen (ebd.).

Von der unmittelbaren, sympathetischen Wirkung der Musik spricht Karbusicky in seiner Publikation *Grundriß der musikalischen Semantik* (Karbusický, 1986). Sich auf die Zeichentheorie von Peirce berufend, deutet er Musik als *ikonisch-indexikalisches Material*. Die Notwendigkeit der von ihm eingeführten Ebene des Materials, welche er den bei Peirce entlehnten Begriffen Index, Ikon und Symbol hinzufügt, bleibt jedoch teilweise im Unklaren (ebd. S. 54). Peirce selbst ist davon ausgegangen, dass prinzipiell alles als Zeichen aufgefasst werden kann. Aus Peirce' Sicht

bedarf es deshalb keiner zusätzlichen Ebene des Materials. Zudem ist jedes Material in diesem Sinne ästhetisierbar, da es in einen künstlerischen Kontext gestellt werden kann.

Arbeiten, die die Terminologie der Peirceschen Semiotik umfassend einbeziehen, finden sich u.a. bei Martinez (Martinez, 1996). Vage bleiben Protagonisten, die sich wie Kneif der Terminologie von Peirce bedienen, Musik als Zeichensystem aber ablehnen, indem sie kurzerhand die indexikalische Objektbeziehung ausklammern. Übrig bleibt dann vor allem die historisch-semiotische Perspektive (Kneif, 1973). Eine komprimierte Darstellung der Anwendung verschiedener Ansätze der allgemeinen Semiotik auf die Musik bietet Nöth (Nöth 2000, S. 433-438).

3.2 Semantik

Während die *Semiotik* die Zeichen und Zeichenrelationen im Allgemeinen untersucht, widmet sich die *Semantik* als Teilgebiet der Semiotik der Inhaltsseite der Zeichen, d.h. ihrer *Bedeutung*, die linguistische Semantik ausschließlich der Inhaltsseite (Bedeutung) sprachlicher Zeichen (Busse, 2009; Schwarz & Chur, 2014; Zimmermann, 2014). Die Semantik, so könnte man mit Rücksicht auf Peirce sagen, betrifft die Relata des Zeichens, sofern sie sich auf die *Inhaltsseite des Interpretanten* auswirken, die linguistische Semantik beschränkt sich dabei auf sogenannte Legizeichen, die überwiegend auf symbolischen Objektbeziehungen beruhen und sich durch eine rhematische, dicentische oder argumentische Beziehung zum Interpretanten unterscheiden.

Der Terminus *Bedeutung* beschreibt im allgemeinen Sprachgebrauch verschiedene Beziehungen. Aus semiolinguistischer Perspektive können zwei grundlegende Auffassungen von Bedeu-

tung unterschieden werden. Winfried Nöth spricht in diesem Zusammenhang von der Bedeutung im „weiteren und engeren Sinn“ (Nöth 2000, S.147). Hiermit ist gemeint, dass ein Zeichenvehikel (Repräsentamen) im Sinne einer *Bezeichnung* mit einem Objekt verknüpft ist (z.B. durch eine symbolische Objektbeziehung) und darüber hinaus, im Sinne einer durch das Zeichenvehikel aktivierten *Bedeutung*, mit einem Konzept (Interpretant). Zwar haben die unterschiedlichen Autoren zum Thema diesen Aspekt berücksichtigt, ihre Terminologie ist jedoch nicht einheitlich. Eine Übersicht bietet Nöth (Nöth 2000, S.147):

Autor	Bedeutung (als Sinn)	Bezeichnung
Mill	Konnotation	Denotation
Frege	Sinn	Bedeutung
Black n. Frege	Sinn	Referenz
Russell	Bedeutung	Denotation
Peirce	Interpretant	Objekt
Husserl	Bedeutung	Gegenstand
Saussure	Signifikat/Konzept	Sache (chose)
Ogden/Richards	Gedanke oder Referenz	Referent
Hjelmslev	Inhalt	(Inhaltssubstanz)
Carnap	Intension	Extension
Brekke	Bedeutung	Bezeichnung
Eco	Bedeutung/Inhalt	Bezeichnung
Lyons	Sinn, Bedeutung	Referent, Denotation
Quine	Bedeutung	Designation
Greimas	Signifikation	Bedeutung, Referent

Nach Nöth 2000, S.147

Noch vor der semiolinguistischen Unterscheidung zwischen der Denotation einzelner Wörter und den mit ihnen verknüpften Konzepten differenziert H. P. Grice zwei Möglichkeiten, den Terminus *Bedeutung (meaning)* aufzufassen (Grice, 1957):

a) *natürliche Bedeutung*: wenn etwas als Index im Sinne von Peirce in einem naturgesetzlich-kausalen Zusammenhang mit einem anderen Etwas steht (Rauch bedeutet Feuer etc.)

b) *nicht-natürliche Bedeutung*: wenn eine Handlung mit einer kommunikativen Absicht vorliegt

Die sogenannte nicht-natürliche Bedeutung sei der Gegenstand der linguistischen Forschung. Allerdings können auch nicht-sprachliche Zeichen Träger nicht-natürlicher Bedeutung sein: Das Signal der Feuerwehr wird aufgrund kultureller Übereinkunft, d.h. symbolisch verstanden, ebenso wie auf Konvention basierende kommunikative Gesten. Die Zeichen nicht-natürlicher Bedeutung *meinen* etwas, um im Rezipienten einen intendierten Effekt auszulösen. Dieses *Meinen* ist nach Grice für die Bedingung der natürlichen Bedeutung nicht relevant bezogen auf die nicht-natürliche Bedeutung hingegen eine wichtige, wenn nicht gar die entscheidende Komponente. Durch seine Darlegungen zur *Meinensanalyse* beleuchtet Grice den Zusammenhang von *Meinen* und *Bedeuten* für die Bedeutungskonstitution (Grice, 1957, 1968).

Das Phänomen des *Meinens* ist neben weiteren zentralen Termini, wie etwa dem *Gesagten* oder der *Implikatur*, eine wichtige Kategorie in Grice Theorie (Grice, 1969; H. P. Grice, 1991). Bezogen auf die linguistische Bedingung unterscheidet Grice weiterführend nicht-natürliche Bedeutung nach ihrer:

a) *Ausdrucksbedeutung* (*expression meaning*): Was wird dadurch gesagt, dass die sprachlichen Zeichen an sich, ohne Rücksicht auf den Sprecher, etwas ausdrücken, d.h. *bedeuten*

b) *Sprecherbedeutung* (*speaker's meaning* oder *utterer's meaning*): Was wird über die Ausdrucksbedeutung hinaus, dadurch, dass der Sprecher Ausdrücke mit einer Absicht (intentional) gebraucht, ausgesagt, d.h. *gemeint*

Der Satz: „Du spielst zu laut“ *bedeutet* etwas, insofern er einen Sachverhalt beschreibt. Darüber hinaus ist „Du spielst zu laut“

mit einer Intention des Sprechers verbunden. Der Sprecher *meint*, die angesprochene Person solle leiser spielen.

Weiterführend können die linguistischen Teildisziplinen Semantik und Pragmatik unterschieden werden, wobei keinesfalls Konsens über den Nutzen einer solchen Differenzierung herrscht, geschweige denn Einigkeit darüber besteht, inwiefern beide Begriffe klar von einander abzugrenzen seien. Grice ordnet sie den Kategorien der expression bzw. speaker's meaning zu: Semantik verhandle die Ausdrucksbedeutung, Pragmatik wiederum die Sprecherbedeutung (H. P. Grice, 1991).

3.2.1 Linguistische Semantik

Das Feld der linguistischen Semantik ist sehr detailreich. Eine ausführliche Darstellung sprengt den inhaltlichen Rahmen dieser Arbeit. Dennoch sind alle Themenfelder der klassischen linguistischen Semantik auch Interessengebiete der Neurolinguistik und teilen gerade in Experimenten zur semantischen Verarbeitung gemeinsame Fragestellungen (Wahrheitswerte kritischer Stimuli im Satzkontext, Manipulation von Verbargumenten, Desambiguierung, semantische Rollen etc.). Um dem interessierten Leser einen Überblick über die verschiedenen Teilgebiete zu geben, soll im Rahmen eines Exkurses das Standardwerk zum Thema „*Semantik – eine Einführung*“ von Sebastian Löbner zusammengefasst werden (Löbner, 2003). Die hier angebotene Darstellung beschränkt sich auf den ersten Teil der Publikation.

Exkurs: Linguistische Semantik systematisiert nach Sebastian Löbner (2003) – Zusammenfassung

Mit Sebastian Löbner (Löbner, 2003) können zunächst drei grundsätzlich verschiedene *Bedeutungsebenen* der linguistischen Semantik benannt werden:

a) *Ausdrucksbedeutung*: Die Bedeutung sprachlicher Zeichen an sich, d.h. sprachlicher Gebilde (Wörter, Phrasen, Sätze) ohne Kontextinformation (ebd. S. 4-8).

b) *Äußerungsbedeutung*: Die Bedeutung sprachlicher Zeichen, sofern sie den Äußerungskontext (Sprecher, Adressat, Zeitpunkt und Ort der Äußerung sowie den zum Zeitpunkt der Äußerung verfügbaren Informationen über das faktisch Ausgedrückte) einbeziehen (ebd. S. 8-12).

c) *Kommunikativer Sinn*: Die Bedeutung sprachlicher Zeichen, die Implikaturen einschließt, d.h. nicht faktisch ausgedrückte Kontextinformationen, und die in einem Fall sozialer Interaktion eine Handlung intendiert (ebd. S.12f).

Löbner ordnet a) und b) der Semantik und c) der Pragmatik zu. Der Autor definiert den Terminus *Semantik* als Teildisziplin der Linguistik wie folgt:

„Die Semantik ist die Wissenschaft von der Bedeutung einfacher oder zusammengesetzter sprachlicher Ausdrücke, die losgelöst von jedem konkreten Äußerungskontext für sich genommen werden. Darüber hinaus beschäftigt sie sich mit dem Zusammenhang zwischen Ausdrucksbedeutung und Äußerungsbedeutung, d.h. der Bedeutung, die ein Ausdruck annimmt, wenn er in einem konkreten Äußerungskontext verwendet wird.“ (ebd. S. 13).

Ausgehend von der Unterscheidung zwischen *Ausdrucksbedeutung*, *Äußerungsbedeutung* und *kommunikativem Sinn*, kann eine Differenzierung der *lexikalischen Bedeutung* einzelner Wörter von der *kompositionalen Bedeutung* ganzer Sätze vorgenommen werden. Innerhalb der Satzbedeutung wiederum kann die *grammatische Form* eines Wortes, sofern sie nicht zwingend grammatisch notwendig (der grammatischen Notwendigkeit der Syntax folgend), sondern inhaltlich motiviert ist, getrennt von der *Syntax* als bedeutungskonstituierendes Element betrachtet werden. Diese drei Komponenten bilden die Grundbausteine des so genannten *Kompositionsprinzips*, wonach die Bedeutung komplexer sprachlicher Ausdrücke, deren *kompositionale Bedeutung*, aus der Beziehung von lexikalischer, grammatischer sowie durch die Syntax determinierter Bedeutung hergeleitet wird (ebd. S.14-21)

Auf der Grundlage des Kompositionsprinzips und seiner Komponenten kann die Semantik je nach Spezialisierung in Teil- bzw. Interessensgebiete eingeteilt werden (ebd. S. 21):

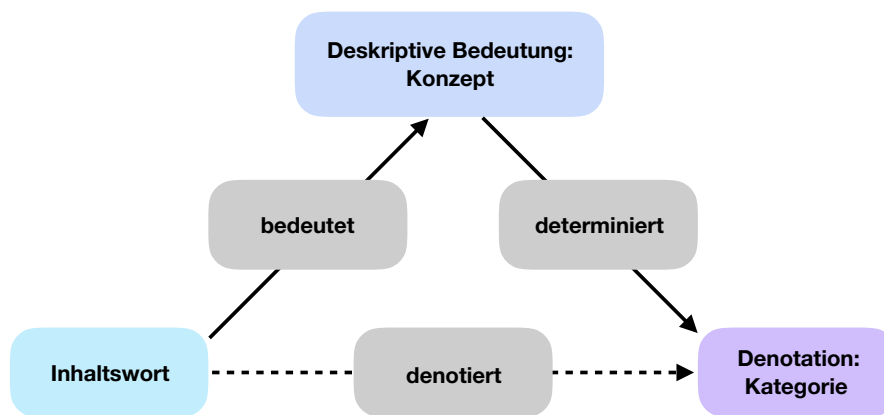
- a) *lexikalische Semantik*: Behandelt die Ausdrucksbedeutung
- b) *kompositionale Wortsemantik*: Auch Wortbildungssemantik genannt, behandelt die Bedeutung von nach den Regeln der Wortbildung zusammengesetzten Wörtern
- c) *Semantik der grammatischen Formen*: Behandelt die Bedeutung der grammatischen Form, sofern sie nicht zwingend grammatisch notwendig, sondern inhaltlich motiviert ist
- d) *Satzsemantik*: Behandelt die Bedeutung komplexer Ausdrücke und die durch Kompositionsregeln determinierten, bedeutungsrelevanten Beziehungen der Komponenten komplexer Ausdrücke untereinander
- e) *Äußerungssemantik*: Behandelt die Bedeutung von Ausdrücken, sofern ihre Bedeutung durch einen gegebenen Kontext interpretiert werden kann (*Bedeutungsverschiebung etc.*)

Auf der Ebene der Ausdrucksbedeutung können ferner die *deskriptive* sowie die *soziale* und *expressive* Bedeutung separat betrachtet werden. Zunächst weist Löbner darauf hin, dass es sich bei der Bedeutung einfacher oder komplexer sprachlicher Ausdrücke grundsätzlich um *Konzepte* handelt, insofern, als sie eine „mentale Beschreibung“ (ebd. S. 24) darstellen, die mit der Manifestation (graphisch, lautlich) des Ausdrucks (vgl. Kapitel 3.2.3: Wortformen des mentalen Lexikons) verknüpft ist (ebd. S.24-27).

Der Terminus der *deskriptiven Bedeutung* (auch *propositionale Bedeutung*) steht für die Bedeutung eines Inhaltswortes als *Konzept* seines möglichen Referenten. Die deskriptive Satzbedeu-

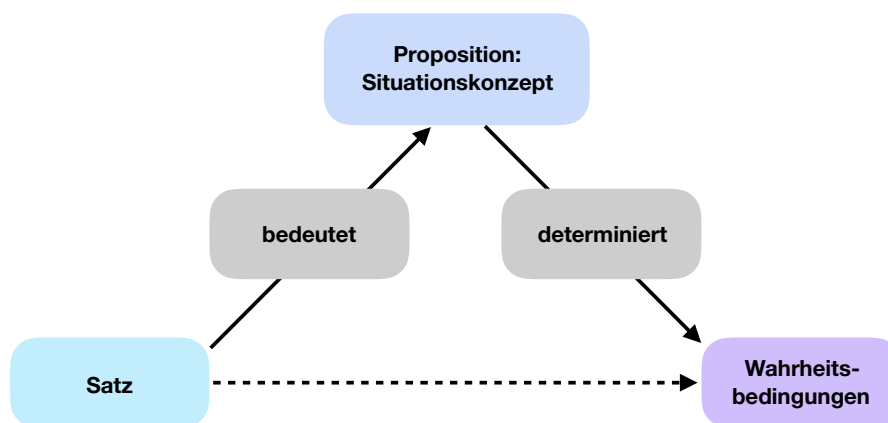
tung (*Proposition*) umfasst die Bedeutung derjenigen Elemente eines Satzes, die auf eine *Situation* referieren, bei Löbner *potenzielle Referenzsituation* genannt. Hier sind auch die Funktionswörter in die Konstitution der deskriptiven Bedeutung involviert. Eine Referenz für die deskriptive Bedeutung von sprachlichen Ausdrücken ist allerdings nur dann zu bestimmen, wenn „ein Satz in einem Äußerungskontext *wahr* ist“ (ebd. S. 29ff).

Die *deskriptive Bedeutung* eines Inhaltswortes, d.h. sein *Konzept*, definiert immer eine Gesamtheit möglicher Referenten, eine *Kategorie*, die alle potenziellen Referenten einschließt. Die Bestimmung einer Gesamtheit von möglichen Referenten durch die deskriptive Bedeutung eines Inhaltswortes wird als *Denotation* bezeichnet (ebd. S.31f).



Semiotisches Dreieck für Inhaltswörter nach Löbner (Löbner 2003, S. 32)

Bei der deskriptiven Bedeutung komplexer sprachlicher Ausdrücke, auch deren *Proposition* genannt, spricht man analog zur Denotation der Inhaltswörter von den *Wahrheitsbedingungen* eines Satzes, d.h. den Bedingungen, unter denen ein Satz in einem Äußerungskontext wahr ist (ebd. S. 33).



Semiotisches Dreieck für Sätze nach Löbner (Löbner 2003, S. 34)

Ein Beispiel für nichtdeskriptive Bedeutung komplexer sprachlicher Ausdrücke liegt vor, sofern der Satztyp (Deklarativsatz/Interrogativsatz/Imperativsatz) die Satzbedeutung mitbestimmt. Diese Form der Bedeutung ist ein Fall der *grammatischen Bedeutung* und geht über die *deskriptive Bedeutung* eines Satzes, über seine *Proposition*, hinaus (ebd. S. 35).

Weitere Arten nichtdeskriptiver Bedeutung sind die soziale sowie die expressive Bedeutung. *Soziale Bedeutung* ist im Fall der förmlichen Anrede gegeben: Das Pronomen der Anrede („Sie“) hat die gleiche deskriptive Bedeutung aber eine andere soziale Bedeutung, als das Pronomen der formlosen Anrede („Du“). Ausdrücke mit sozialer jedoch ohne deskriptive Bedeutung („danke“, „tschüß“ etc.) können auch Bestandteil der Bedeu-

tungsebene des kommunikativen Sinns sein (ebd. S. 36-40).

Expressive Bedeutung wiederum kann durch Interjektionen („Oh“, „Ui“) oder durch Ausdrücke als Bestandteile des Satzes ohne propositionale Funktion (expressive Adverbien, Nomenpräfixe etc.) konstituiert werden. Hierunter fallen die meisten Schimpfwörter, Kraftausdrücke sowie Kosewörter (ebd. S. 43-47).

Ein weiterer wichtiger Bedeutungsaspekt einfacher und komplexer sprachlicher Ausdrücke ist die *Konnotation*. Sprachliche Ausdrücke sind konnotiert, sofern sie kulturell gefärbt, mit einer speziellen kulturellen Bedeutung verbunden sind. Abhängig von dem sich mit der Zeit durch kulturelle Erfahrungen wandelnden kategorialen Umfang eines Ausdrucks, seiner *faktischen Denotation*, ist auch dessen Konnotation dynamisch (ebd. S. 48-50).

Sprachliche Ausdrücke können mehrdeutig sein, man spricht in diesem Zusammenhang von der *Ambiguität* einfacher und komplexer sprachlicher Ausdrücke und Äußerungen (ebad. S. 53).

Lexeme oder *Lexikoneinheiten*, d.h. sprachliche Ausdrücke, sofern sie eine *lexikalische Bedeutung* haben, sind mit lexikalischen Konzepten verknüpft (vgl. Kapitel 3.2.3). Im Gegensatz zu verbalen Beschreibungen in Wörterbüchern handelt es sich um mentale Repräsentationen, die, wie Löbner betont, nicht verbalisierbar, also selbst keine Wörter sind (ebd. S.54).

Entsprechend ihrer grammatischen Rolle können Lexeme nach grammatischen Kategorien geordnet werden. Die Kategorien können ihrerseits inhärente grammatische Merkmale besitzen (Genus) und flektieren jeweils unterschiedlich sowie auch intrakategorial nicht immer einheitlich. Ferner können sie in ihrer Manifestation nach Laut- und Schriftform unterschieden werden.

Einige Lexeme teilen z.B. eine gemeinsame Laut- aber keine gemeinsame Schriftform und umgekehrt (ebd. S. 56).

Lexeme, die die gleiche Gestalt besitzen, also homographisch und/oder homophon sind, jedoch eine gänzlich unterschiedliche Bedeutung haben, d.h. nicht Teil eines gemeinsamen Bedeutungsspektrums sind, werden als *homonym* bezeichnet. Abhängig von dem Umfang der Übereinstimmung, ob also nur jeweils die schriftliche oder lautliche Gestalt bzw. beide Manifestationen übereinstimmen, kann von partieller bzw. absoluter *Homonymie* des Lexems gesprochen werden. *Polysemie* hingegen besteht, wenn ein Lexem die gleiche schriftliche bzw. lautliche Gestalt aber einen unterschiedlichen Aspekt eines gemeinsamen Bedeutungsspektrums, d.h. eine *Bedeutungsvariante* beschreibt (ebd. S. 57-60).

Komplexe sprachliche Ausdrücke können ebenso mehrdeutig sein. Löbner schlägt in diesem Zusammenhang den Begriff der *kompositionalen Ambiguität* vor (Löbner 2003 S. 63). Jenseits der lexikalischen Ambiguität kann bereits durch die Syntax oder die grammatische Struktur komplexer sprachlicher Ausdrücke Mehrdeutigkeit hervorgerufen werden (ebd. S. 63f).

Sofern komplexe sprachliche Ausdrücke die Kriterien der logischen Wahrheit und der Relevanz für den Äußerungskontext erfüllen, können sie im gegebenen *Kontext* (satzinternen Kontext sowie Äußerungskontext) interpretiert werden. Entsprechend dieser Kriterien lassen komplexe sprachliche Ausdrücke mindestens eine *Lesart* zu. Durch den Übergang von der kompositionalen Ausdrucksbedeutung zur Äußerungsbedeutung als Ergebnis der *kontextuellen Interpretation* kann sich die ursprüngliche kompositionale Ausdrucksbedeutung erheblich verändern. Der Begriff der *Desambiguierung* beschreibt den Prozess, bei dem sich die Anzahl möglicher Bedeutungen durch die Interpretation

im Kontext minimiert. Ferner können nicht nur kompositionale, sondern ebenso lexikalische Bedeutungen durch die Interpretation im Kontext verändert werden. Im Gegensatz zur lexikalischen Ambiguität tritt diese bei Löbner *kontextuelle Ambiguität* genannte Mehrdeutigkeit von Lexemen ausschließlich im Kontext auf (ebd. S. 64-66).

Ungleich der Polysemie können Lexeme eine so genannte *Bedeutungsverschiebung* erfahren. Dies ist der Fall, wenn Lexeme im Kontext auf etwas referieren, das ihnen zugehörig ist, also auf eine Komponente ihres Konzeptes. Diese Art der Bedeutungsverschiebung wird *Metonymie* genannt (ebd. S. 67f).

Ein Fall der *metaphorischen* Verschiebung wiederum liegt vor, wenn Konzepte eines „Herkunftsbereiches“ in analoger Weise zur Beschreibung eines nicht wörtlich verwandten, parallelen „Zielbereiches“ herangezogen werden (ebd. S. 70). Eine Bedeutungsverschiebung, die durch Spezifizierung eines im Kontext interpretierten Konzeptes einen „Spezialfall der ursprünglichen Bedeutung“ darstellt, kann nach Löbner in Anlehnung an Bierwisch als *Differenzierung* bezeichnet werden (ebd. S. 71).

Bedeutungsverschiebungen folgen, da sie nicht lexikalisch definiert sind, sondern kontextbedingt auftreten, bestimmten strukturellen Regeln, die sprachübergreifend zu beobachten sind. Polysemien sind letztlich Ergebnisse einzelner bzw. einer Abfolge mehrerer metonymischer und metaphorischer Bedeutungsverschiebungen, die dauerhaft Eingang in den Sprachgebrauch gefunden haben und die je nach Sprachgemeinschaft inhaltlich sehr unterschiedlich ausgeprägt sind, strukturell aber sprachübergreifend funktionieren (ebd. S. 72-77).

Die Gesetze der Logik bilden eine Möglichkeit, die Bedeutung von Deklarativsätzen und deren Beziehungen zueinander nach ihrem Wahrheitswert zu untersuchen. Ausgehend von den

Grundannahmen des zu *vermeidenden Widerspruchs* (*nicht sowohl wahr als auch nicht wahr*) und des *Polaritätsprinzips*, also des *ausgeschlossenen Dritten* (*entweder wahr oder nicht wahr*) sowie des Prinzips der *Negation* (der prinzipiell möglichen Umkehrung des Wahrheitswertes eines Satzes) können logische Eigenschaften von Sätzen und deren Beziehungen zueinander definiert werden. Sätze, die abhängig vom Äußerungskontext sowohl wahr als auch falsch sein können, werden als kontingent (Wahrheitswert entweder 1 oder 0), in jedem Äußerungskontext logisch wahre Sätze gemeinhin als tautologisch (Wahrheitswert immer 1) bzw. logisch falsche Sätze als kontradiktorisch (Wahrheitswert immer 0) bezeichnet (ebd. S. 81-86).

Zwischen zwei Sätzen können vier mögliche logische Beziehung unterschieden werden:

a) *Implikation*: Immer wenn A wahr ist, ist B wahr. Wenn A B impliziert, A falsch und B wahr aber nicht ausgeschlossen ist, wird von einseitiger Implikation, wenn A B und B A impliziert, von wechselseitiger Implikation gesprochen (ebd. S.90). Die nachfolgend aufgeführten logischen Beziehungen (b-d) sind prinzipiell alle durch Implikation definierbar.

b) *Äquivalenz*: Wenn sowohl A B als auch B A impliziert, also beide Sätze immer die gleichen Wahrheitswerte aufweisen, spricht man von Äquivalenz, sie ist ein Sonderfall der Implikation, gleichbedeutend mit der oben genannten wechselseitigen Implikation (symmetrische Relation) (ebd. S.93).

c) *Kontrarität*: Zwei Sätze sind konträr, wenn A und B niemals zugleich wahr sind, d.h. wenn A wahr, ist B immer falsch und umgekehrt, jedoch ist nicht ausgeschlossen, dass A und B zugleich falsch sein können (ebd. S.94).

d) *Kontradiktion*: Wenn zwei Sätze immer unterschiedliche Wahrheitswerte haben, wird ihre Beziehung als kontradiktorisch bezeichnet (ebd. S.95).

Nichtkontingente Sätze können Teil einer Implikationsbeziehung sein und müssen in diesem Fall nicht zwingend eine semantische Beziehung aufweisen, da sie unabhängig von jedem Äußerungskontext wahr oder falsch sind. Bei kontingenten Sätzen ist in die jeweiligen logischen Beziehungen immer eine semantische Relation involviert. Logische Unabhängigkeit ist ein Sonderfall. Er liegt vor, wenn keine Kombination von Wahrheitswerten zweier Sätze ausgeschlossen werden kann. Die logischen Beziehungen der Implikation, Äquivalenz, Kontrarität und Kontradiktion hingegen schließen jeweils mindestens eine Kombination von Wahrheitswerten aus (ebd. S. 96-101).

Durch die Aussagenlogik können logische Beziehungen zwischen Deklarativsätzen sowie Wörtern (Inhaltswörtern) formalisiert dargestellt werden. Aus mit Junktoren (Negation, Konjunktion, Disjunktion etc.) verknüpften einfachen Aussagen (Elementaraussagen), deren Wahrheitswert entweder 0 oder 1 ist, werden zusammengesetzte Aussagen mit eindeutigen Wahrheitswerten konstruiert. Logische Beziehungen zwischen Wörtern (Inhaltswörtern) können mit Hilfe der oben beschriebenen logischen Beziehungen zwischen Sätzen definiert werden: Zwei Wörter mit derselben *Denotation* sind *äquivalent* (ebd. S. 101ff).

Ist hingegen A ein Teil der Denotation von B, liegt der Fall der *logischen Unterordnung* vor und A wird dann als ein Unterbegriff des Oberbegriffs B bezeichnet. *Logische Inkompatibilität* liegt vor, wenn zwei Unterbegriffe eines gemeinsamen Oberbegriffes in ihrer Denotation nicht interferieren, *logische Komplementarität* hingegen dann, wenn diese nicht nur logisch inkompatibel sind, sondern darüber hinaus ihre Denotationen den jeweiligen Be-

reich innerhalb eines gemeinsamen Bereiches vollständig abdecken (bezogen auf einen gemeinsamen Oberbegriff sind alle Nicht-A gleich B und anders herum) (ebd. 104ff).

Logische Beziehungen zwischen Sätzen richten sich also nach deren *Wahrheits-bedingen*, die zwischen Wörtern nach deren *Denotationen*. Nur insofern behandeln sie deren deskriptive Bedeutungen, decken diese demnach nicht vollständig ab, während die soziale und expressive Bedeutungsebene kein Gegenstand logischer Relationen sind. Dies geht soweit, dass *logisch äquivalente* Wörter, die sich in diesen Bedeutungsebenen unterscheiden, nicht zwingend dieselbe deskriptive Bedeutung besitzen müssen (Löbner 2003, S. 106ff). Generell beruhen die logischen Beziehungen deshalb nicht zwingend auf entsprechenden Bedeutungsbeziehungen. Das Instrument der Logik ist für die semantische Analyse hilfreich, deckt deren Gegenstand aber nicht erschöpfend ab (ebd. S. 106-113).

Löbner definiert, der dominierenden Auffassung folgend, Bedeutungen als Konzepte. Im Unterschied zu logischen Beziehungen, die sich auf die Denotation, den außer-sprachlichen Gültigkeitsbereich von Ausdrücken, beschränken, betreffen Bedeutungsbeziehungen das semantische Potenzial sprachlicher Ausdrücke insgesamt und können sämtliche Bedeutungsebenen einbeziehen (ebd. S.116).

Haben zwei Ausdrücke dieselbe Bedeutung, werden sie als *synonym* bezeichnet. Partielle Synonymie, bei der sich die Bedeutungsgleichheit nicht auf alle Bedeutungsvarianten erstreckt, ist häufiger anzutreffen als totale Synonymie, die eine Übereinstimmung in allen Bedeutungsvarianten voraussetzt. Ein Ausdruck ist *hyponym*, wenn seine Bedeutung eine Differenzierung eines zweiten Ausdruckes, dem *Hyperonym*, darstellt. Daraus folgt, dass die *Denotation* des Hyponyms einen geringeren Um-

fang als der des Hyperonyms aufweist und umgekehrt das Hyperonym Teil der *Bedeutung* des Hyponyms ist. Bei Determinativkomposita z.B. ist das Kompositum, bestehend aus Kopf und Modifikator, immer ein Hyponym des Kopfes (ebd. S. 117-120).

Eine Gruppe weiterer Bedeutungsbeziehungen bilden die Oppositionen. *Antonyme* z.B. sind Lexeme, die innerhalb einer skalaren Ordnung zwei gegensätzliche Pole beschreiben, die nicht zwingend den gesamten skalaren Bereich abdecken müssen. Bezieht sich die oppositionale Beziehung auf eine räumliche oder zeitliche Achse, spricht man von *direktionaler Opposition* (ebd. S.126).

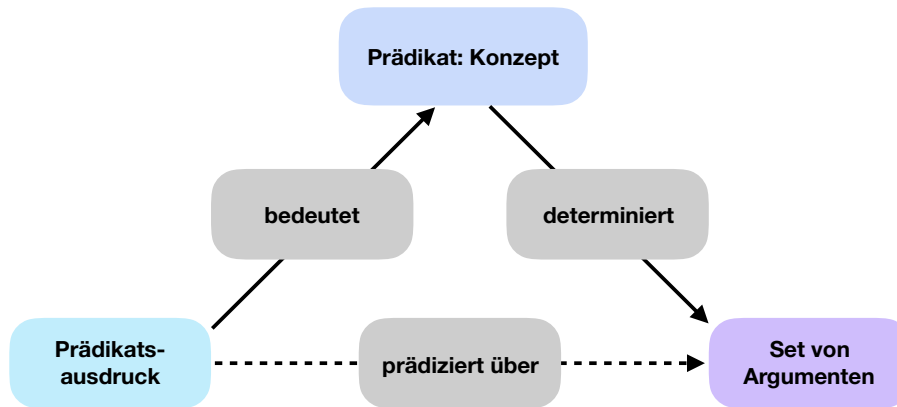
Semantische Komplementarität hingegen liegt vor, wenn zwei Begriffe jeweils die erschöpfende Opposition des anderen darstellen (Schwester - Bruder). Heteronymie beschreibt die oppositionale Beziehung von mehr als drei Ausdrücken, die zwar jeweils einander ausschließen aber nicht als gegensätzlich bezeichnet werden. *Konverse* Lexeme wiederum stehen in Opposition zueinander, indem ihrem jeweiligen Konzept eine Beziehung von mindestens zwei Lexemen zu Grunde liegt, die von dem anderen konversen Lexem aus gegensätzlicher Perspektive besetzt wird (Großvater - Enkel) (ebd. S. 127ff).

Als *Wortfelder* werden Gruppen von Lexemen derselben Wortart mit überlappenden Bedeutungen bezeichnet, die in einer Lesart Teil mindestens einer gemeinsamen Bedeutungsbeziehung sind und durch diese Kriterien als eine erschöpfende Einheit definiert werden können. *Taxonomien* stellen eine hierarchische Anordnung von Hyponymen mit mehreren abweichenden Merkmalen als einer Unterform eines gemeinsamen Hyperonyms dar, die als transitive Relationen, d.h. von Unterform zu Unterform herabsteigend, teils sehr umfangreiche und weit verzweigte Systematisierungen bilden können. Bei *Mereologien* sind die Unterfor-

men, die Meronyme, ein zwingender Teil ihres unmittelbar Übergeordneten Lexems, seinem Holonym (ebd. S. 130-135).

Die in einem Satz enthaltenen Wörter, z.B. Verben, Adjektive und Nomen, präzisieren, d.h. sie beziehen sich mehrfach und in unterschiedlicher Weise aussagend aufeinander. Als Bestandteil verschiedener sogenannter Phasen (Nominal-, Verbal oder Präpositionalphase) können die Bedeutungsbezüge der einzelnen Satzteile im Zuge der semantischen Analyse interpretiert werden. Die Notation der Prädikatenlogik bietet hierfür die Möglichkeit einer schematischen Darstellung der internen semantischen Bezüge eines Satzes. Die Inhaltswörter eines Satzes präzisieren nicht immer nur über einen Referenten, gerade das Verb verbindet die einzelnen Nominalphasen durch eine jeweilige Prädikation. Diejenigen Satzteile, die sich auf Referenten oder andere Inhaltswörter innerhalb des Satzes einfach oder mehrfach beziehen, werden *Prädikate* (je nach Anzahl der Bezugspunkte ein, zwei oder mehrstellig) genannt, ihre jeweiligen Bezugspunkte als *Argumente* bezeichnet. Das Nomen einer Nominalphase z.B. präzisiert für sich zunächst über mindestens einen Referenten (referenzielles Argument), ist also insofern ein Prädikat, gleichzeitig aber auch ein Argument eines etwaigen Verbes, das über dieses Nomen als Bestandteil einer Nominalphase präzisiert (ebd. S. 154-157).

Als *Prädikatausdrücke* werden alle Inhaltswörter bezeichnet, die über mindestens ein Argument präzisieren, diejenigen Ausdrücke innerhalb eines Satzes, die ein Argument beschreiben, z.B. eine Nominalphase, werden *Argumentausdrücke* oder *Komplemente* genannt. Adjektive besitzen Argumente, die dem dazugehörenden Nomen entsprechen und dieses lediglich näher beschreiben. Ihnen ordnet sich genau genommen kein eigenes Argument zu, sie werden bei Löbner deshalb als *parasitäre Argumente* bezeichnet (ebd. S. 158f).



Semiotisches Dreieck für Prädikationen nach Löbner (Löbner 2003, S. 161)

Der *Wahrheitswert* eines Prädikats wiederum richtet sich danach, ob dieses bezogen auf seine Argumente wahr oder falsch ist, d.h. die Wahrheitsbedingungen eines Prädikatsausdruckes werden durch sein Argument bzw. die Summe seiner Argumente aufgestellt (ebd. S. 160f).

Verben nehmen bezogen auf die Prädikation eine zentrale Rolle ein. Sie unterscheiden sich, je nachdem wie viele Argumente ihnen zugeordnet werden können, mit Ausnahme des referenziellen Argumentes. Entsprechend der Stelligkeit unterscheidet man (ebd. S. 162f):

Intransitive Verben: Verben mit einem Argument (einstellige Prädikatsausdrücke, Argument ist eine Nominalphase, meist das Subjekt); *transitive Verben*: zweistellige Verben (zwei Argumente, meist Subjekt und direktes Akkusativobjekt); *Ditransitive Verben*: dreistellige Verben (drei Argumente, meist Subjekt, direktes Objekt und indirektes Dativobjekt). Komplemente von Verben können nicht nur Nominal-, sondern z.B. auch Präpositionalphasen sein. Ebenso können Argumente von Verben auch ohne Komplemente dargestellt werden.

Die meisten Verben referieren zunächst auf ein Ereignis, ihr so genanntes referenzielles Verbargument, über das sie prädisieren. Welche Stelligkeit ein Verb hat, richtet sich dann nach der Anzahl der Argumente, die sein Konzept mindestens erfordert, unabhängig davon, ob alle Argumente auch explizit als Komplement in einem entsprechenden Satz enthalten oder weitere Argumente potenziell möglich sind (ebd. S. 163-166).

Bei den Nomen können die einstelligen von den relationalen unterschieden werden. Einstellige Nomen stellen die überwiegende Mehrheit der Nomen dar, sie referieren als Hauptbestandteil einer Nominalphrase auf ihren potenziellen Referenten und werden insofern in ihrer Prädikation im Satzgefüge auch als einstellige Prädikatsausdrücke bezeichnet. Relationale Nomen besitzen ein zweites, ein sogenanntes relationales Argument, meist Possessor genannt, das sich von einer der möglichen Possessivkonstruktionen ableitet (ebd. S. 166f).

Adjektive in der positiven Form, ob im attributiven (dem Nomen vorangestellten), prädikativen (mit dem Kopulaverb bzw. Hilfsverb „sein“ oder verwandten Verben kombinierten) oder adverbialen Gebrauch, sind in ihrer überwiegenden Form einstellig. Dem weniger häufigen Fall der zweistelligen Adjektive wird meist eine Präposition angefügt. Einstellige Adjektive werden zudem durch ihren komparativen Gebrauch und die damit einhergehende relationale Konstruktion zweistellig bzw. zweistellige Adjektive dreistellig, d.h. durch je ein Argument erweitert. Für Adjektive, die selbst nicht prädisieren, die nicht als Prädikatsausdrücke bezeichnet werden können, ist die Frage der Stelligkeit zunächst nicht relevant.

Auch Nomen können prädikativ verwendet werden, z.B. indem ein Subjekt mit Hilfe der Kopula, deren Komplement es ist, an eine Nominalphrase angeschlossen wird. Löbner betont, dass die

Kopula für sich genommen kein Prädikatsausdruck sei aber syntaktisch vergleichbar funktioniere (ebd. S. 168ff).

Mit der *prädikatenlogischen Notation* können prädikative Bezüge innerhalb eines Satzes schematisch dargestellt werden. Die Grundbausteine dieser Darstellungsweise bilden Prädikatsausdrücke und sogenannte Individuenausdrücke. Damit sind konstante oder variable Ausdrücke gemeint, die für die unterschiedlichen Argumentausdrücke eines Prädikatsausdrucks stehen und diesem jeweils in Klammern in Form eines entsprechenden Buchstabens nachstehend zugeordnet werden. Durch die prädikatenlogische Notation können Sätze und deren Prädikation in reduzierter Form als wahre bzw. falsche Aussagen im Sinne der Aussagenlogik dargestellt und durch Konjunktion, Negation etc. verbunden werden (ebd. S. 171f)

Unter den *thematischen* bzw. *semantischen Rollen* eines präzidierenden Verbes werden die unterschiedlichen aktiven, passiven, örtlichen oder zeitlichen Eigenschaften seiner Argumente (in diesem Zusammenhang auch Rollen oder Partizipanten genannt) verstanden. Man unterscheidet folgende Rollen der Verbargumente: Agens, Thema/Patiens, Experiencer, Instrument, Ort, Zeit, Ziel, und Weg. Die Anzahl der Verbargumente und ihre jeweiligen Rollen bilden die Argumentenstruktur eines Verbes. Durch gleiche Argumentenstrukturen lassen sich Verben jenseits grammatischer Kategorien entsprechenden Subkategorien zuordnen (ebd. S. 173ff).

Unter dem Begriff *Linking* wird die Eigenschaft sprachlicher Systeme beschrieben, die Verbargumente und ihre jeweiligen Rollen grammatisch zu unterscheiden. Dies gelingt u.a. durch die sogenannte Kongruenz von finitem Verb und Subjekt in Numerus und Person sowie den entsprechenden Kasus und die Wortstellung der einzelnen Komplemente (ebd. S. 175ff).

Die Möglichkeiten des Linking sind zusätzlich durch die semantischen Gegebenheiten der Komplemente eingeschränkt. Für Verben bedeutet dies, dass ihre Argumente sogenannten sortalen Beschränkungen (auch Selektionsbeschränkungen) unterliegen, da nicht alles, was grammatisch möglich auch semantisch bzw. logisch zulässig ist. Durch die Zusammenführung von Prädikatsausdrücken und den darin enthaltenen sortalen Beschränkung mit dem Komplement samt seiner jeweiligen Spezifikation wird eine, im Sinne der in der Satzkonstruktion verfügbaren Informationen, vollständige Beschreibung des Arguments realisiert. Das Ergebnis dieser auch als Fusion bezeichneten Zusammenführung fällt unterschiedlich aus. Es kann als eine von vier möglichen Ergebnisvarianten im Falle des Widerspruchs von sortaler Beschränkung und Argumentenspezifikation auch logisch falsch sein (ebd. S. 177-182).

Logische Widersprüche dieser Art lassen sich durch metaphorische oder metonymische Bedeutungsverschiebungen und den damit einhergehenden Erweiterungen der sortalen Beschränkungen auflösen. Durch entsprechend gewählte Lesarten ist dies theoretisch nie ausgeschlossen. Allerdings können Grade der Bedeutungsverschiebungen unterschieden werden, die notwendig sind, um eine semantisch zulässige Lesart zu erzeugen (ebd. S. 182ff).

3.2.2 Sprache und Kognition

Die Gegenstände der linguistischen Semantik sind keine von den kognitiven Prozessen losgelösten Konstruktionen, sondern werden durch die kognitive Verarbeitung und Produktion von sprachlichen Inhalten bestimmt. Sprachliche Entitäten jeder Art können letztlich als Manifestationen kognitiver Prozesse betrachtet werden. Sprachliche Ausdrücke müssen zwangsläufig mental repräsentiert sein, wenn wir sie verstehen und anwenden wollen. Sind sie es nicht, können wir sie auch in ihrer Bedeutung nicht erfassen (Löbner 2003, S.24). Dies belegen zahlreiche Beispiele von Hirnschädigungen und Aphasien nach Schlaganfällen oder in Folge von Tumorerkrankungen und den dadurch ausgelösten Epilepsien (Bear et al., 2009).

Sprache kann als Kommunikationssystem beschrieben werden, das sich aus folgenden Merkmalen zusammensetzt: a) *Lautebene* (*Interessengebiet der Phonetik und Phonologie*), der lautlichen Gestalt der Sprache, b) *Semantik*, dem semantisch-lexikalischen Gehalt der lautlichen bzw. schriftlich fixierten Gestalten etc., c) *Syntax*, den grammatischen Beziehungen der Sprache, sowie d) *Pragmatik*, dem tatsächlichen Gebrauch der Sprache, der das Wissen um den Sprachgebrauch und das Sprachverständnis anderer einbezieht.

Sprache an sich ist zu unterscheiden von der Fähigkeit des Denkens: Nichtlinguistisches Denken ist sowohl bereits bei Säuglingen als auch bei Tieren zu beobachten, wie anhand von Aufgabenstellungen zum räumlichen Vorstellungsvermögen oder dem Verständnis der Intention des Gegenübers verdeutlicht werden konnte (Tomasello, 2014). Sprache und Denken beeinflussen sich gegenseitig, Denken kann jedoch nicht mit einem mentalen sprachkombinatorischen Prozess gleichgesetzt werden (Bermúdez, 2003).

Kognitionspsychologische Ansätze reichen von einer universalistischen Sichtweise, die wie Chomsky von einer biologisch disponierten Universalgrammatik der Sprache ausgeht (Chomsky, 1980), über daran anknüpfende moderate Standpunkte, etwa die durch Piaget formulierte Theorie der kognitiven Entwicklung bei Kindern (Piaget, 2003) und Wygotski's Position der relativen Unabhängigkeit von Denken und Sprache vor dem dritten Lebensjahr (Wygotski, 1986), bis hin zu den extremen Positionen des linguistischen Determinismus (Sapir-Whorf-Hypothese), die heute als widerlegt angesehen werden.

Michael Tomasello identifiziert die Fähigkeit der geteilten Intentionalität als Basis für spätere sprach-kommunikative Kompetenzen. Die Phylogenese des Denkens sei stark mit der Fähigkeit verbunden, zu kooperieren. Was uns besonders von anderen Primaten unterscheide, sei der Grad der geteilten Intentionalität, genauer der geteilten visuellen Intentionalität: Während Schimpansen gemeinsame Handlungen nur zu einem geringen Grad als einem geteilten Ziel verbunden auffassen, also eher zu einer Art individueller Intentionalität fähig seien, die eine intentionale Kommunikation einschließt, sei der Mensch hingegen in der Lage, einen gemeinsamen Grund einer kooperativen Handlung zu erfassen. Er versteht die Implikationen der unterschiedlichen Perspektiven einer gemeinsamen Intention. Diese Fähigkeit, die eine kooperative Kommunikation erfordert, sowie der besonders hohe Grad ihrer Ausprägung, unterscheide uns von anderen Lebewesen. Sie sei die Voraussetzung für die Entwicklung späterer sprachkognitiver Leistungen auf der Grundlage konventioneller Kommunikation (Tomasello 2014). Demnach sei die Sprache nicht die Basis des Denkens, sondern die Fähigkeit der geteilten Intentionalität und ihre rekursiven Schlussfolgerungen (Tomasello 2011), an deren Ende als Ergebnis einer langen Evolutionsgeschichte der Kognition erst die Ausbildung linguistischer Systeme

mit komplexer Syntax stehe (Tomasello 2014, S. 190). Deshalb seien vor allem die sozial-kognitiven Kompetenzen des Menschen, die er in Kooperation mit Anderen einsetzt und ausbildet, das Unterscheidungsmerkmal zu anderen Primaten, wie anhand von Untersuchungen mit Schimpansen sowie mit Kleinkindern dargelegt werden konnte (Engelmann, Herrmann, & Tomasello, 2012).

Zahlreiche Forschungsergebnisse konnten dokumentieren, dass die beschriebenen Grundeigenschaften der Sprache in unterschiedlichen Netzwerken realisiert werden, die sich aus dem Zusammenschluss verschiedener spezialisierter Areale ergeben. Daten aus fMRT-Studien weisen den jeweiligen sprachkognitiven Leistungen und der Verarbeitung der sprachlich relevanten Komponenten während der Sprachperzeption Netzwerke aus spezifischen Arealen zu.

3.2.3 Sprachkompetenz im Kortex

Der herkömmlichen Sicht entsprechend kann zunächst von drei Arealen der Sprachverarbeitung und Produktion ausgegangen werden: a) *Wernicke Areal*, dem Bereich des Sprachverstehens, der Wahrnehmung sprachlicher Gestalten und der Kompetenz, zusammenhängende Sätze zu formulieren und zu verstehen, b) *Broca Areal*, einem Bereich, der maßgeblich syntaktische Informationen verarbeitet bzw. den Abruf und die Kombination sprachlicher Gestalten realisiert sowie c) dem *Motorkortex*, der die lautliche Expression durch die Innervation der entsprechenden Muskeln ermöglicht.

Frühe Erklärungsmodelle vermuteten eine einfache lineare Verschaltung des Sprachzentrums. Neuere Erkenntnisse betonen die komplexe Vernetzung mehrerer für die Sprachverarbeitung

relevanter Areale, die von der jeweiligen Verarbeitungsleistung abhängen.

Untersuchungen mit Patienten, die an Hirnschädigungen litten, lassen den Schluss zu, dass in der linkshemisphärischen sogenannten *perrysilvian area* (*perrysilvian cortex*), einer Region, die um den *Sulcus lateralis*, auch *Sylvische Fissur* genannt, lokalisiert ist, wesentliche Fähigkeiten des Sprachverständnisses und der Sprachproduktion organisiert sind. Bezeichnender Weise sind die den jeweiligen Kompetenzen zuzuordnenden Areale nicht zufällig um den *Sulcus lateralis* angeordnet. Vielmehr befindet sich der mit der motorischen Sprachproduktion in Verbindung gebrachte Bereich in unmittelbarer Umgebung des *primären motorischen Kortex*, genauer dort, wo u.a. die Zunge sensorisch repräsentiert ist. Das dem Sprachverständnis zugeordnete Areal hingegen ist in direkter Nachbarschaft des *primären auditorischen Kortex* beheimatet.

Die als Kernbereich der Sprachkompetenz verstandene Region des *perrysilvian cortex* setzt sich aus sechs Arealen zusammen: Auf der inferioren Seite des *Sulcus lateralis* finden sich der primäre motorische, der prämotorische und der präfrontale Kortex, und auf der Seite des superioren Gyrus temporalis der primäre auditorische Kortex, der *auditory belt* sowie der außen liegende *parabelt* (Garagnani, Wennekers, & Pulvermüller, 2008).

In einem Modell haben Pulvermüller und Kollegen die Interaktionen der jeweiligen Areale untersucht und konnten charakteristische Verbindungen zwischen den Bereichen veranschaulichen (ebd.). Die Ergebnisse stellen eine Alternative zu der klassischen triadischen sowie lokalistischen Position dar, hin zu einem Verständnis der Sprachverarbeitung als einem integrativen Netzwerk, das aus mehreren, von der jeweiligen Aufgabe abhängigen interagierenden Nervenzellverbänden unterschiedlicher Areale

besteht. Die Tatsache, dass Schädigungen in den vornehmlich der Sprachwahrnehmung zuzuordnenden Arealen ebenso Defizite des sprachlichen Ausdrucks nach sich ziehen können, wird entsprechend der Vorhersagen des Modells dadurch erklärlich, dass etwa der Bereich des *parabelt* eine besonders starke Konnektivität mit dem *prämotorischen Kortex* aufweist.

Weiterführend konnten Pulvermüller und Kollegen in fMRT-Experimenten zeigen, dass nicht nur die motorische Aktivität der Zunge und der Lippen entsprechende Aktivität in den zu erwartenden Regionen des primären motorischen Kortex zeigt, sondern dass diese Aktivität in abgeschwächter Form auch im Falle der Perzeption entsprechender Laute beobachtet werden kann, zusätzlich zu den aktiven auditiven Arealen des superioren Gyrus temporalis (Pulvermüller et al., 2006).

Ferner konnte gezeigt werden, dass innerhalb einer Diskriminationssaufgabe, bei der die Probanden spezifische Lippen- und Zungenlaute voneinander unterscheiden sollten, eine Stimulation der korrelierten motorischen Areale zu einer schnelleren Verarbeitung des auditiven Stimulus führten, weshalb davon ausgegangen werden kann, dass die Aktivierung motorischer Areale während der Sprachwahrnehmung kein Nebenprodukt ist (D'Ausilio et al., 2009). Stattdessen kann gefolgert werden, dass die Aktivität motorischer Areale maßgeblich in das Sprachverständnis involviert und somit die Sichtweise starr getrennter, allenfalls indirekt verbundener Areale der Sprachwahrnehmung- und Expression überholt ist (ebd.).

Die aufgabenspezifische Interaktion der in die Sprachverarbeitung involvierten Areale und deren Vernetzung durch entsprechende Faserverbindungen (*fiber tracts*) sind aktuelle Forschungsschwerpunkte der Neurolinguistik (Angela D Friederici, 2012). In die semantische Verarbeitung ist ein Netzwerk invol-

viert, das den mittleren und superioren Temporallappen sowie die Brodmannareale 45 und 47 einschließt (Bookheimer, 2002; Angela D Friederici, 2002). Diese Areale sind, wie Hagoort und Kollegen zeigen konnten, in Prozesse der semantischen Integration und in den Zugriff auf Inhalte des Langzeitgedächtnisses eingebunden (Hagoort, Hald, Bastiaansen, & Petersson, 2004): Gottlob Freges Unterscheidung von Bedeutung und Wahrheitswert eines Satzes vor Augen, gingen die Forscher der Frage nach, inwiefern die semantische Integration in einen Satzkontext mit deren Verifikation einhergeht und ob diese voneinander getrennt ablaufen oder nicht. Man könnte annehmen, dass beide Prozesse jeweils unterschiedliche Verarbeitungsleistungen erfordern und die Integration in den Satzkontext der Verifikation vorgelagert ist: Zum einen kann ein Satz eine semantische Anomalie enthalten. Andererseits können semantisch kongruente Sätze bezogen auf unser allgemeines Weltwissen falsch sein. Die Studie konnte, im Gegensatz zu früheren zweiphasigen (seriellen) Modellvorstellungen, nahelegen, dass beide Integrationsleistungen parallel und innerhalb eines bestimmten Areales, dem sogenannten LIPC (*left inferior prefrontal cortex*), also nicht separat ablaufen. In diesem Bereich sind die Brodmannareale 45 und 47 lokalisiert. Dennoch konnten bezogen auf die oszillatorischen Aktivitäten beider Bedingungen, also der Bedingung der semantischen Integration und der Verifikation durch den Vergleich mit im Langzeitgedächtnis repräsentiertem Weltwissen, Differenzen festgestellt werden. Daraus könne geschlossen werden, dass der Kortex den Unterschied der jeweiligen Bedingungen registriert, so Hagoort und Kollegen (ebd.).

Die unterschiedlichen Leistungen der Sprachverarbeitung, der Weg der *Decodierung*, über den lexikalen Zugriff bis zur semantischen Integration, sowie der Weg der *Encodierung*, von der Konzeptualisierung bis zu Artikulation, können unter anderem

anhand ereigniskorrelierter Potenziale (EKP) untersucht werden, die mit den einzelnen Verarbeitungsschritten korrelieren (vgl. Kapitel 4 und 5).

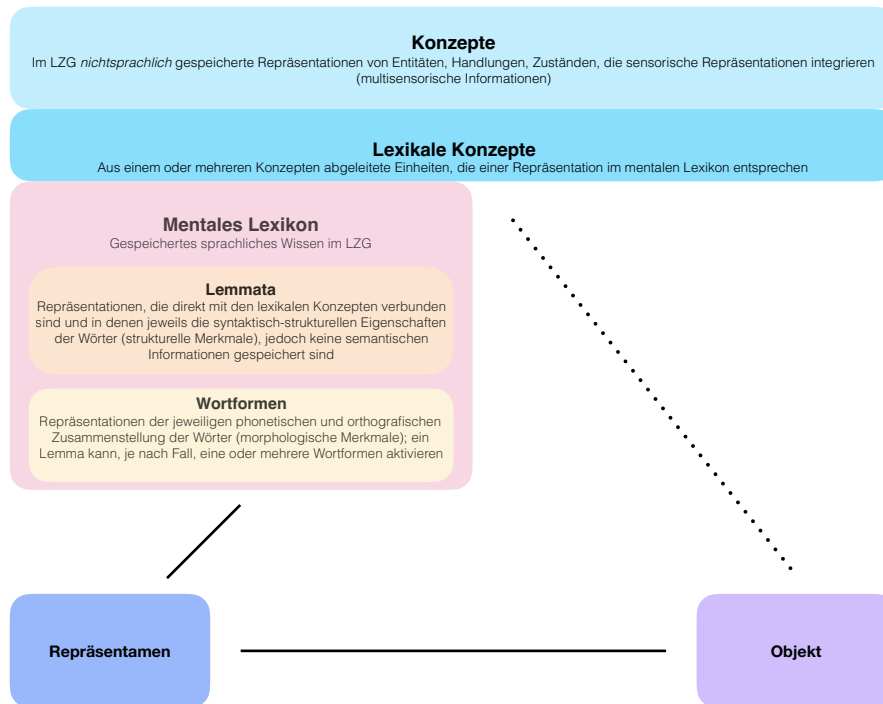
3.2.4 Bedeutungen als Konzepte

Semantische Konzepte stellen keinen Katalog von äußeren Merkmalen dar, etwa im Sinne einer Definition. Es kann davon ausgegangen werden, dass semantische Konzepte potentiell alle relevanten Erfahrungen integrieren, die im Laufe eines Lebens mit einer Entität verknüpft werden. In der kognitiven Semantik wird zwischen den Informationen, die für die Bedeutung eines Wortes unerlässlich sind, dem sogenannten „Bedeutungswissen“, und dem „kulturellen Wissen“ unterschieden, also den Informationen, die darüber hinaus mit dem Wort verknüpft sind (Löbner, 2015, S. 319). Wie klar diese Unterscheidung im Einzelfall zu treffen ist, sei hier dahingestellt.

Aus kognitionspsychologischer Perspektive stellen Konzepte nichtsprachliche Repräsentationen von Entitäten, Zuständen oder Handlungen dar. Konzepte, die mit einem Eintrag im mentalen Lexikon verbunden sind, werden als lexikale Konzepte bezeichnet. Auch sie sind nichtsprachlich repräsentiert und können selbst aus einem oder mehreren Konzepten bestehen (Müsseler, Rieger, & Lay, 2016).

Unter dem Begriff des mentalen Lexikons wird unser im Langzeitgedächtnis gespeichertes sprachliches Wissen zusammengefasst. Das mentale Lexikon setzt sich aus der Lemma- und der Wortformebene zusammen: Die Lemmata repräsentieren die syntaktischen Eigenschaften der Wörter, d.h. ihre strukturellen Merkmale, und sind direkt mit den jeweiligen *lexikalischen Konzepten* verbunden. Auf der Wortformebene wiederum ist die phone-

tische und orthographische Zusammenstellung der Wörter repräsentiert (ebd. S.439-459).



Zusammenhang von Konzepten und mentalem Lexikon nach Müsseler und Rieger (Müsseler, Rieger & Lay 2016, S. 439-459) mit Rücksicht auf Peirce

Garagani & Pulvermüller haben sich den unterschiedlichen Vorstellungen, wie einzelne Wörter gelernt, repräsentiert und verarbeitet werden, mit einem neuroinformatischen Ansatz genähert (Garagnani & Pulvermüller, 2016). Anhand eines computersimulierten neuronalen Netzwerkmodells konnte demonstriert werden, dass der wortsymbolische Anteil des mentalen Lexikons an das Perzept seines sinnlichen Korrelats gekoppelt ist.

Wenn wir das Wort *Baum* wahrnehmen, werden sowohl dessen symbolische als auch dessen visuelle Repräsentation aktiviert, ebenso wie bei Wörtern, die Handlungen beschreiben, neben der

symbolischen Repräsentation gleichsam primäre motorische Areale aktiviert werden (ebd.).

Mit ihrem Modell können Pulvermüller und Kollegen unterstreichen, dass sowohl ein konstantes Netzwerk aus für die semantische Verarbeitung prominenten und bereits identifizierten Arealen als auch modalitäts- und kategoriespezifische Repräsentationen und Netzwerke Teil der Akquise, Repräsentation und Verarbeitung lexikaler Konzepte sind.

Allein die visuelle Darbietung eines aktionsbeschreibenden Wortes wie z.B. „springen“ oder „rennen“ aktiviert sensomotorische Areale, die in die Bewegungsausführung dieser Handlungen involviert sind. Während also bei der Perzeption des Wortes „lächeln“ derjenige Bereich des sensomotorischen Kortex aktiviert wird, der Lippen und Mund zugeordnet werden kann, wird für den Stimulus „laufen“ die Region, die die untere Extremität sensomotorisch repräsentiert, aktiviert. Gleichmaßen konnte dies für weitere Sinnesmodalitäten nachgewiesen werden: Z.B. werden bei Wörtern, mit denen ein Geschmacks- oder Geruchserlebnis verknüpft ist, ebenfalls korrelierende sensomotorische Areale aktiv (Garagnani & Pulvermüller, 2016; Pulvermüller, 2013; Pulvermüller et al., 2006; Pulvermüller, Shtyrov, & Ilmoniemi, 2005).

Neuroinformatische Ansätze verdeutlichen, dass die semantischen Repräsentationsmuster im Kortex, wie sie durch fMRT sichtbar gemacht werden konnten, probandenübergreifend weniger stark voneinander abweichen als zunächst angenommen. Tom Mitchell und Kollegen untersuchten im Rahmen einer fMRT-Studie, ob die Perzeption konkreter Substantive innerhalb einer Gruppe von Probanden vergleichbare Aktivität in den Bilddaten erkennen lässt (Mitchell et al., 2004). Hierzu trainierten sie erfolgreich ein künstliches Netzwerk (*classifier*) auf der Grundlage

der gewonnenen fMRT-Daten aller Probanden, die entsprechenden fMRT-Daten dem jeweiligen Substantiv zuzuordnen und von den anderen Stimuli zu unterscheiden.

In einem weiteren Experiment griffen die Forscher die Frage nach der Vergleichbarkeit der Repräsentationen semantischer Inhalte auf. Dieses Mal wurden dem Netzwerk die fMRT-Daten einer Probandengruppe zugeführt, der sechzig Bilder verschiedener Substantive präsentiert worden waren. Die Daten einer zweiten Probandengruppe konnten anschließend von dem trainierten Netzwerk zugeordnet werden, was auf eine starke probandenübergreifende Ähnlichkeit in der kortikalen Repräsentation konkreter Substantive schließen lässt.

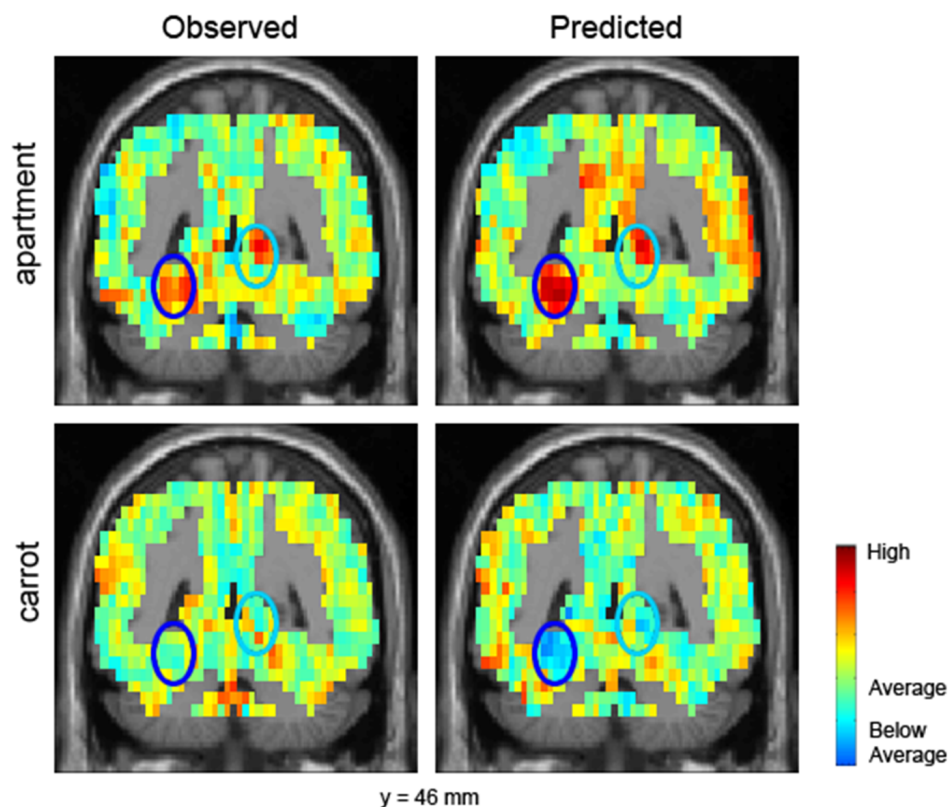
Auch konnten Mitchell und Kollegen zeigen, dass die dem Substantiv zugeordneten Aktivitätsmuster sprachübergreifend signifikante Ähnlichkeiten aufweisen, womit naheliegt, dass es sich tatsächlich um genuin semantische Repräsentationen handelt (Buchweitz, Shinkareva, Mason, Mitchell, & Just, 2012).

Beobachtet werden konnte zudem, dass die Zuordnung von fMRT-Daten besonders stabil für die Bedingung der konkreten Substantive und solche, die Emotionen beschreiben, funktioniert. Weniger klar hingegen sind die Ergebnisse bei der isolierten Präsentation von abstrakten Substantiven sowie von Verben außerhalb des Satzkontextes (Mitchell et al., 2008). Ebenso konnte eine signifikante Ähnlichkeit von Wort- und Bildstimuli des gleichen semantischen Gehaltes in den fMRT-Daten beobachtet werden (Shinkareva, Malave, Mason, Mitchell, & Just, 2011).

Eine sich aufdrängende Frage war, ob dieser Ansatz eine Vorhersage semantischer Repräsentation für Wörter ermöglicht, deren Muster nicht bekannt sind. Auch hierzu haben Mitchell und Kollegen Untersuchungen durchgeführt: Durch ein zweiphasiges statistisches Rechenverfahren und mit einem beliebigen Sub-

stantiv als Input konnte eine zutreffende Vorhersage eines semantischen Repräsentationsmusters erstellt werden.

Das Inputwort wurde in einem ersten Schritt mit einer umfangreichen Datenbank von Wortassoziationswerten abgeglichen und auf diese Weise die semantische Nähe zu insgesamt 25 verschiedenen Verben errechnet. Aus den Bezugsverhältnissen und den fMRT-Bilddaten der semantisch mehr oder weniger nahen Verben, d.h. einem 25-dimensionalen Vektorraum, wurde dann in einem zweiten Schritt eine Vorhersage des Musters der semantischen Repräsentation des Inputwortes ermittelt (Just, Cherkassky, Aryal, & Mitchell, 2010; Mitchell et al., 2008).



Die Abbildung zeigt jeweils das beobachtete und vorhergesagte Repräsentationsmuster der englischen Substantive *apartment* und *carrot* (Just et al., 2010)

Um den bisherigen semantischen Bezugsraum auf der Basis der Daten von 25 Verben zu verbessern, haben die Forscher aus der Mittelung entsprechender substantiv-bezogener fMRT-Daten mehrerer Probanden, denen jeweils dasselbe Set aus 60 Stimuli präsentiert wurde, 20 semantische Basisaktivitätsmuster identifiziert. Diese konnten in Kombination mit einem vorgelagerten, probandenunabhängigen Verfahren zur Analyse semantischer Merkmale auf der Grundlage eines Fragenkataloges von MTurk (Amazon Mechanical Turk), eine noch zutreffendere Vorhersage leisten (Rustandi, Just, & Mitchell, 2009). Ausgehend von lediglich 20 ermittelten, besonders effektiven Mustern semantischer Repräsentationen und einem Katalog von 218 Fragen zur Merkmalsanalyse, die nach der Merkmalsextraktion der Features des Inputwortes zu einer Verknüpfung mit einem der 20 möglichen Repräsentationsmuster führten, konnte eine robuste Vorhersage von kortikalen semantischen Repräsentationen erzielt werden.

Alexander G. Huth und Kollegen führten die Frage der semantischen Aktivierung des Kortex weiter und unternahmen den Versuch einer globalen dreidimensionalen Kartierung (semantic map) der semantischen Selektivität des Kortex auf der Grundlage eines möglichst umfassenden Wortschatzes (Huth, de Heer, Griffiths, Theunissen, & Gallant, 2016). Hierfür sammelten sie fMRT-Daten von Probanden, während diese mehrere Stunden erzählerische Texte hörten. Die Aktivierung wurde für die jeweiligen Voxel (kleine dreidimensionale Bildabschnitte) errechnet. Im Vergleich zu früheren Studien, bei denen jeweils eine begrenzte Anzahl von Inputwörtern zum Einsatz kamen, war es Huth und Kollegen auf diese Weise möglich, die semantische Aktivierung für eine bis dahin nicht erreichte Anzahl von Wörtern gesprochener Sprache zu dokumentieren.

Aus den gewonnenen Daten errechneten Huth und Kollegen einen differenzierten Atlas der semantischen Selektivität. Die Er-

gebnisse bestätigen, dass das System semantischer Repräsentationen in Patterns konzeptioneller Nähe organisiert und probandenübergreifend konsistent ist. Die Studie zeigt zudem eindrücklich, dass das semantische System über den gesamten Kortex verteilt ist und sich keinesfalls auf ausgewählte sensitive Regionen in der sprachdominanten Hirnhälfte beschränkt.

Die bioelektrische Aktivität, die durch die sensorischen Umweltreize evoziert wird, schlägt sich in Form von *Engrammen* im zentralen Nervensystem nieder. Diese Spuren bioelektrischer Aktivität sind die Grundlage unserer Gedächtnisleistungen. Reize der Umwelt, die wir als Objekt oder ggf. als auditives Ereignis wahrnehmen, werden nicht von einem isolierten Kanal verarbeitet, sondern multisensorisch perzipiert. Diese multisensorische Perzeption ergibt dann ein integratives Perzept, in dem Informationen unterschiedlicher Kanäle miteinander verknüpft werden, ein auch unter dem Begriff der *multimodalen* oder *multisensorischen Integration* bekannter Vorgang.

Parallel laufende Verarbeitungen können sich gegenseitig beeinflussen, wie u.a. Zampini und Spence zeigen konnten, als sie den Einfluss auditiver Reize auf die Wahrnehmung der Knusprigkeit von Kartoffelchips nachwiesen (Zampini & Spence, 2004). Ein weiteres Beispiel in diesem Zusammenhang ist die als Bauchredner-Effekt bekannte multisensorische Illusion, der das Vorherrschen der Information eines Kanals, in diesem Fall des visuellen, beschreibt und den McGurk & MacDonald in den siebziger Jahren untersuchten (McGurk & MacDonald, 1976). Von Effekten mit auditiver Dominanz gegenüber dem visuellen Kanal berichten Shams und Kollegen (Shams, Kamitani, & Shimojo, 2000).

Der herkömmlichen Sicht, dass die kanalspezifischen Informationen zunächst getrennt voneinander verarbeitet und erst in hö-

heren Verarbeitungsstufen, im Assoziationskortex, integriert würden, stehen neue Untersuchungen entgegen: Es konnte demonstriert werden, dass der Vorgang der multisensorischen Integration in frühen Stadien der Perzeption, bereits im sekundären auditiven Kortex auftritt, und dass gleichzeitige Reizungen taktiler und auditiver Qualität die Aktivierung des auditorischen Kortex verstärken können (Kayser, Petkov, Augath, & Logothetis, 2005).

Ramachandran und Kollegen griffen in einer vielzitierten Studie (Ramachandran & Hubbard, 2001) die gestaltpsychologischen Ideen Wolfgang Köhlers auf (Köhler, 1929). Zwei geometrischen Figuren, einem eher runden und einem eher eckigen Gebilde, sollten die Kunstwörter *bouba* und *kiki* (bei Köhler *maluma* und *takete*) zugeordnet werden. Die beobachtete Zuordnung war eindeutig (*bouba* = runde Form; *kiki* = eckige Form) und veranlasste Ramachandran zu der naheliegenden Hypothese, dass die unterschiedlichen Voraussetzungen der Lautproduktion der jeweiligen Kunstwörter sensomotorische Integrationen bedingen. Ein Phänomen, dass unter Verwendung der gleichen Kunstwort- und Formzuordnung auch bei Kleinkindern zu beobachten ist (Maurer, Pathman, & Mondloch, 2006).

Die ikonische Beziehung zwischen der Bedeutung eines ideophonen Wortes und seiner lautlichen Gestalt ist zunehmend Gegenstand der psycho- und neurolinguistischen Forschung (Lockwood & Dingemanse, 2015). Das Thema der Ikonizität, d.h. wie lautliche Gestalt und Bedeutung miteinander verknüpft sind, ist bereits bei Platon zu finden (Platon/Schleiermacher, 1986, S. 26) und betrifft gegenwärtig z.B. den praktischen Bereich des *product naming*.

Für die multisensorische Integration und die cross-modale Aktivierung multisensorisch integrierter Konzepte durch nonverbale

Stimuli spielen die frühkindlichen Erfahrungen, die in der emotionalen Interaktion gesammelt werden, eine entscheidende Rolle. Hier bieten die unter 1.3 beschriebenen emotionalen Hinweisreize einen Erklärungsansatz für die Korrespondenz von akustischen Reizen und emotionalen oder affektiven semantischen Konzepten.

In der Interaktion mit der Umwelt werden weitere cross-modale Korrespondenzbeziehungen erlernt und in Form multisensorisch-integrierter Konzepte gespeichert (Görne, 2017): Die Resonanzfrequenz eines großen Körpers, ein tiefer Ton, wird eher mit den korrespondierenden Eigenschaften groß, bedrohlich, mächtig, rund verknüpft. Eine hohe Resonanzfrequenz hingegen korrespondiert mit den Eigenschaften klein, spitz sowie einer eher feingliedrigen Struktur. Darüber hinaus gibt die relative Lautstärke Hinweise auf die Größe von Objekten und auf deren Lage im Raum. Weitere cross-modale Beziehungen, die sich z.B. auf die Wahrnehmung von Geschwindigkeit beziehen, welche in Abhängigkeit von Lebensalter und körperlicher Verfassung variiert, lassen sich auf motorische Korrespondenzen, d.h. auf die Schwingungsfrequenz der Gliedmaßen des eigenen Körpers zurückführen (ebd. S.51ff).

Die angeführten cross-modalen Korrespondenzen basieren mehrheitlich auf physikalischen Gesetzmäßigkeiten oder intersubjektiven Verhaltensmustern und sind, z.B. im Falle spontaner, kulturell nicht überschriebener Emotionen bzw. Affekte, sprachübergreifend nachweisbar.

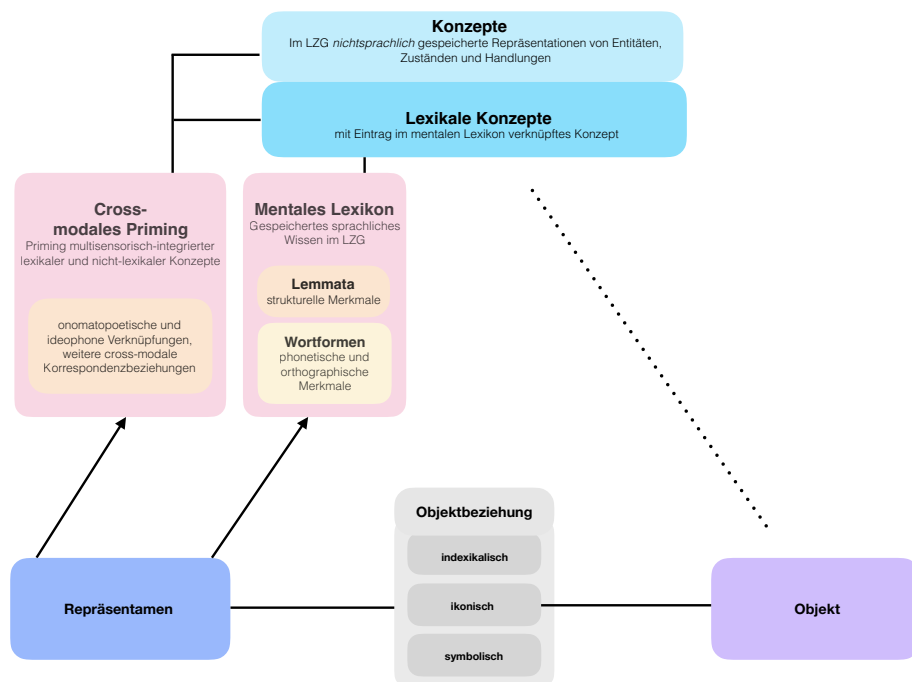
3.3 Zusammenfassung

Der Begriff der Bedeutung kann innerhalb der Semiotik und der linguistischen Semantik beschrieben werden. Mit der von Peirce entwickelten allgemeinen Zeichentheorie ist es möglich, sprachliche und nicht-sprachliche Ereignisse in ihrer semantischen sowie in weiteren semiotischen Beziehungen zu interpretieren.

Die Musiksemiotik unterscheidet die auf innermusikalische Formbeziehungen zurückzuführende intra- und intermusikalische Bedeutung von der auf darüber hinausgehende Phänomene referierenden extramusikalischen Bedeutung.

Die linguistische Semantik beschränkt sich auf die Bedeutung sprachlicher Ausdrücke (z.B. Wortteile, Wörter, Phrasen und Sätze) und greift auf semiotische Grundannahmen zurück. Wortbedeutungen werden als lexikale Konzepte, d.h. als mentale Beschreibungen aufgefasst, die nichtsprachlich repräsentiert und an die jeweiligen Einträge der Lemma- sowie der Wortformebene des mentalen Lexikons gekoppelt sind.

Durch die Untersuchungen der Computer- und Neurolinguistik wird deutlich, dass Repräsentationen semantischer Konzepte stabile sensorische Komponenten unterschiedlicher Sinneskanäle integrieren und probandenübergreifend starke Ähnlichkeiten beobachten lassen. Die semantische Selektivität verschiedener, nach konzeptioneller Nähe geordneter Regionen, erstreckt sich dabei über nahezu den gesamten Kortex und ist nicht auf isolierte sprachverarbeitende Bereiche der linken Hemisphäre beschränkt.



Semiotisches Dreieck für verbale und nonverbale Stimuli mit Rücksicht auf Müsseler und Rieger (Müsseler, Rieger & Lay 2016, S. 439-459) sowie Peirce

Es kann davon ausgegangen werden, dass nicht-sprachliche akustische Stimuli, multisensorisch integrierte lexikale sowie nicht-lexikale Konzepte aktivieren. Bezogen auf Peirce zeigen diese Stimuli eine ikonische bzw. indexikalische Objektbeziehung. Grundlage der Aktivierung multisensorisch integrierter lexikaler- und nicht-lexikaler Konzepte durch nonverbale Stimuli sind cross-modale Korrespondenzen, die mehrheitlich auf physikalische Gesetzmäßigkeiten oder emotive Interaktionsmuster zurückzuführen sind.

Methodische Voraussetzungen

4. Semantisches Priming

Das semantische Priming in der Neurolinguistik beruht auf dem Effekt semantischer Bahnung, der semantischen Relation zweier aufeinander folgender verbalsprachlicher Stimuli: Das Gehirn hält nach der Darbietung eines verbalsprachlichen Stimulus das Auftreten eines semantisch nahen verbalsprachlichen Stimulus für „wahrscheinlich“ (Angela D. Friederici & Wartenburger, 2010).

Die Ergebnisse der im 19. Jahrhundert durchgeführten Assoziationstests legen nahe, das im Langzeitgedächtnis repräsentierte Wörter und ihre Bedeutungen weder zufällig noch statisch, sondern nach den wiederkehrenden Prinzipien der Ähnlichkeit bzw. Polarität sowie der Häufigkeit repräsentiert sind. Auf der Grundlage der durch Wortassoziationstests gewonnenen Daten zu Art und Häufigkeit von Wortassoziationen können semantische Netze errechnet und graphisch dargestellt werden. Einzelne Wortbedeutungen werden innerhalb der Netzwerkstruktur als Knoten verzeichnet, die aufgrund ihrer Assoziationshäufigkeit zueinander angeordnet sind. Miteinander assoziierte Wortbedeutungen liegen räumlich näher beieinander und die Verbindungen zwischen Knoten, die semantisch nahe Inhalte repräsentieren, sind stärker ausgeprägt.

Werden bestimmte semantische Inhalte aktiviert, stimuliert diese Aktivierung in abgemilderter Form auch benachbarte Knoten. Durch die Voraktivierung semantisch naher Inhalte sind diese im Bedarfsfall schneller abrufbar. Die Aktivierungsausbreitung wird als *semantischer Bahnungseffekt*, häufiger als *Primingeffekt* bezeichnet (*semantic priming*). Ebenso kann es im umgekehrten Fall, wenn sich der voraktivierte Inhalt aufgrund des Kontextes als semantisch inkongruent erweist, zu einer hemmenden Reak-

tion kommen (Spitzer 2008, S.229-254). Mitchell und Kollegen konnten in diesem Zusammenhang zeigen, dass semantisch nahe Substantive stärkere Ähnlichkeiten in den fMRT-Daten aufweisen (Mitchell et al., 2008).

4.1 Mentales Lexikon - Wörter als Träger semantischer und weiterer lexikalischer Informationen

Eine der grundlegenden Prinzipien der neuronalen Organisations- und Funktionsweise ist die *Hebbsche Lernregel*. Sie besagt, in Analogie zu den oben genannten Ähnlichkeits- und Häufigkeitsbeziehungen, dass die Verbindung zwischen zwei Nervenzellen gestärkt wird, wenn diese gleichzeitig aktiv sind (Hebb, 1949). Im Gegensatz zu diesem auch als *long-term potentiation* bekannten Vorgang wird ihre Verbindung geschwächt, wenn die entsprechenden Nervenzellen asynchron aktiv sind (*long-term depression*). Diese Regeln gelten unabhängig von der relativen Entfernung, also ebenso für die für den Kortex nicht untypischen Verbindungen zwischen weit auseinander liegenden Nervenzellen: Je stärker die Verbindung zwischen zwei Nervenzellen, desto größer ihre Korrelation. Eine weitere typische Eigenschaft kortikaler Organisation ist das Prinzip, dass miteinander assoziierte Areale näher beieinander liegen (Tsumoto, 1992). Dies schließt genannte Verbindungen über längere Distanzen keineswegs aus. Zusammenschlüsse von Nervenzellen oder Nervenzellverbänden (*cell assemblies*) zu funktionellen Einheiten scheinen (neben bestimmten Funktionen zuzuordnenden Arealen) vielmehr eine charakteristische Eigenschaft der Arbeitsweise des Kortex zu sein.

Untersuchungen bestätigen auch an dieser Stelle, dass die Form (mentales Lexikon) und der semantische Gehalt eines Wortes

(lexikales Konzept) getrennt voneinander repräsentiert sind. Dies wird deutlich, wenn Patienten aufgrund einer Schädigung des Kortex Zugriff auf die Bedeutung eines Wortes haben, jedoch nicht dessen lautliche Manifestation abrufen können (Damasio, Grabowski, Tranel, Hichwa, & Damasio, 1996). Ein Wort ist ein Träger verschiedener Merkmale. All diese Merkmale, ob Wortart, Genus, Numerus oder semantischer Gehalt, scheinen zwar stabil miteinander vernetzt aber nicht als Einheit repräsentiert zu sein. Unterschiedliche Eigenschaften, etwa grammatische, semantische und phonologische Charakteristika, sind allem Anschein nach in Form von Subkategorien neuronal separat voneinander repräsentiert, so dass der Zugriff auf die semantische Ebene gewährleistet sein kann, uns ein Wort also gewissermaßen auf der Zunge zu liegen scheint (*tip of the tongue, TOT*), während wir dessen lautliche Struktur im gleichen Augenblick nicht parat haben (Burke, MacKay, Worthley, & Wade, 1991).

Für die oben beschriebenen Modellvorstellungen semantischer Netzwerke folgt, dass nicht nur semantische Konzepte, sondern alle Informationen des mentalen Lexikons, also ebenso solche über Numerus, Genus und weitere relevante Eigenschaften des betreffenden Wortes, nach den Prinzipien der neuronalen Netzwerke organisiert und interkategorial miteinander verknüpft sind.

Das Modell von Levelt und Mitarbeitern beschreibt drei Merkmalsebenen eines Wortes, die für den lexikalischen Zugriff und die Sprachproduktion entscheidend sind (Levelt 1999, nach Spałek 2012, S. 61ff): Die Ebene der grammatischen Informationen, Lemmaebene, ferner die der Charakteristika der Wortform sowie die Ebene des semantischen Konzeptes. Wörter, die gleiche Eigenschaften, z.B. die Wortart, miteinander teilen, sind demnach durch einen Knoten über das gemeinsame Charakteristikum miteinander verbunden. Ein Knoten, der die spezifische Wortart innerhalb des lexikalischen Netzwerkes repräsentiert, ist wiederum

mit der Subkategorie Genus verbunden und Wörter gleichen grammatischen Geschlechts mit dem Knoten des entsprechenden Genus. Das Modell geht davon aus, dass bei einem lexikalischen Zugriff zunächst das lexikale Konzept aktiviert wird. Über eine interkategoriale Verbindung wird im Anschluss der dazugehörige Knoten der Lemmaebene erregt und dadurch alle direkt mit dem entsprechenden Wort verbundenen grammatischen Eigenschaften zur weiteren Verarbeitung zur Verfügung gestellt. Die indirekt mit den grammatischen Charakteristika des Wortes verknüpften Eigenschaften werden in eine Art voraktivierten Zustand versetzt und sind im Bedarfsfall schneller verfügbar als Eigenschaften entfernterer grammatischer Verwandtschaft. Das gleiche gilt für die Ebene des Konzeptes. Die als diakritische Merkmale bezeichneten Charakteristika der Lemmaebene repräsentieren optional die veränderlichen grammatischen Worteeigenschaften, wie etwa den Numerus, die in Abhängigkeit vom Äußerungskontext aktiviert werden. Als nächsten Schritt sieht das Modell die Aktivierung der Wortformebene vor. In dieser Ebene ist die lautliche Manifestation des Wortes repräsentiert. Dem auf der vorherigen Ebene generierten Lemma wird nun eine lautliche Gestalt mit bestimmter metrischer und phonologischer Struktur zugeordnet, wobei angenommen wird, dass etwa Genusendungen zusätzlich zur Wortform generiert und hinzugefügt werden (Levelt, 1999).

Zur tatsächlichen Verarbeitungsreihenfolge des Modells gehen die Meinungen ebenso auseinander wie zu Fragen nach der Art der Aktivierungsausbreitung, d.h. ob die Aktivierung innerhalb des lexikalischen Netzwerkes seriell oder parallel fortschreitet und inwiefern von Reanalyseprozessen auszugehen ist (Spalek, 2012, S. 61ff).

Zur Untersuchung kognitiver Prozesse, wie etwa bei der Perzeption und Verarbeitung sprachlicher Stimuli, bieten die Neurowis-

senschaften seit geraumer Zeit eine Vielzahl von Möglichkeiten, die den introspektiven Methoden früherer Tage in vielen Belangen überlegen sind. EEG (Elektroenzephalographie), MEG (Magnetoenzephalographie), MRT (Magnetresonanztomographie), fMRT/fMRI (Funktionelle Magnetresonanztomographie), PET (Positronenemissionstomographie) und andere Verfahren der Bildgebung eröffnen vielfältige Wege in Medizin und Forschung. Jedes dieser Verfahren hat Stärken und Schwächen, z.B. was die Parameter topographische Genauigkeit und zeitliche Auflösung betrifft. Die für die eigene Forschungsarbeit gewählte Messmethode des EEG wird im nächsten Abschnitt vorgestellt.

4.2 EEG und ereigniskorrelierte Potentiale

Die neurowissenschaftliche Methode der Elektroenzephalographie (EEG), wie sie uns heute zur Verfügung steht, geht in ihren Anfängen auf den Psychiater Hans Berger zurück. Mit seiner 1929 veröffentlichten Schrift *Über das Elenktrenkephalogramm des Menschen* (Berger, 1929), welche zunächst mit großer Skepsis aufgenommen wurde, warf er die Frage auf, ob von den von ihm entdeckten regelmäßigen Potenzialschwankungen zwischen zwei auf der Kopfhaut platzierten Elektroden, Rückschlüsse auf die „intellektuelle Arbeit“ (Berger 1929, S. 569) gezogen werden könnten.

In der Praxis der Kognitionspsychologie, in der neuro- und psycholinguistischen Forschung der Gegenwart, stellt das Instrument des EEG eine Möglichkeit zur Verfügung, kognitive Zustände und Prozesse in hoher zeitlicher Auflösung darzustellen.

Das EEG bildet hierbei nicht etwa die Aktionspotenziale singulärer Nervenzellen (Neuronen), sondern die Potential-

schwankungen der Aktivität ganzer Populationen von Nervenzellen ab.

Je höher oder niedriger die Spannung, d.h. je stärker oder schwächer das generierte und in Richtung Kopfoberfläche geleitete Potentialfeld, desto größer die Amplitude. Eine hohe Synchronizität der postsynaptischen Entladung schlägt sich in einem entsprechend steilen Anstieg des Wellenausschlages nieder (Wellach 2015, S. 48). Die Anzahl der Ausschläge bzw. Schwingungen wird in Hertz angegeben.

Die ohne spezifischen Reiz eingefangenen Signale werden allgemein als Spontan-EEG bezeichnet. In Abhängigkeit von der Position der jeweiligen Elektroden auf der Kopfhaut und dem allgemeinen Zustand des Probanden können so bereits charakteristische Wellenmuster identifiziert werden. Die als Frequenzbänder oder Frequenzbereiche bezeichneten Muster werden wiederum verschiedenen mentalen Zuständen zugeordnet. Während die einzelnen Frequenzbänder im Roh-EEG zunächst die Spontan- bzw. Grundaktivität des Gehirns abbilden, beschreiben ereigniskorrelierte Potenziale (EKPs oder engl. ERPs) kognitive Verarbeitungsprozesse in Folge eines bestimmten Ereignisses. Signalveränderungen im EEG, die einen ähnlichen zeitlichen Abstand zum Stimulus *Onset* sowie eine ähnliche *Polarität*, *Latenz* und *Topographie* haben, werden bestimmten kognitiven Verarbeitungsleistungen zugeordnet. Durch die EEG-Messung können aufgrund der Struktur des Kortex nur etwa ein Drittel der Neuronen erreicht und somit deren Aktivität im Ganzen nur unvollständig abgebildet werden (Müller 2013, S. 131). Tieferliegende Aktivität wird zunehmend schwächer vom EEG erfasst, Hirnstamm-potentiale etwa sind zwar noch teilweise im EEG-Signal identifizierbar, spielen innerhalb der neurokognitiven Forschungspraxis aber kaum eine Rolle (Müller, 2013).

Um die Potentialschwankungen, die durch die einzelnen Elektroden in Folge kognitiver Aktivität erfasst werden, im EEG von der Spontan- und Grundaktivität zu unterscheiden, muss eine ERP-Analyse durchgeführt werden. Die in einem relevanten Zeitfenster gemessenen Signale werden pro Versuchsperson (average) sowie zusätzlich über mehrere Versuchspersonen (grand average) gemittelt, wodurch die Spontan- und Grundaktivität des EEG herausgerechnet werden kann. Durch die mehrere Phasen durchlaufende Mittelung bereinigt, können die sogenannten ereigniskorrelierten Potentiale identifiziert werden, d.h. charakteristische negative oder positive Potentialschwankungen, die durch ein entsprechendes experimentelles Design mit konkreten kognitiven Verarbeitungsprozessen in Verbindung gebracht werden können.

Kognitive Verarbeitungsprozesse können nicht erschöpfend durch die beschriebenen EKP-Analysen erfasst werden. Im Gegensatz zu früheren ausschließlich lokalistischen Sichtweisen wird mittlerweile davon ausgegangen, dass nicht ein isolierter Verbund von Nervenzellen, sondern mehrere verschiedene Neuronenverbände (*cell assemblies*), die mitunter weit voneinander entfernt lokalisiert sein können, gleichzeitig in die jeweiligen kognitiven Verarbeitungsprozesse involviert sind, und dass jene in bestimmten Frequenzbereichen eine synchrone Oszillation aufweisen. Um diese oszillatorische Aktivität sichtbar zu machen, kann in mehreren Schritten eine sogenannte *Spektralanalyse* durchgeführt werden. Durch diese Analysemethode können die Schwingungsfrequenzen von beliebig weit auseinanderliegenden Elektroden verglichen und auf eine etwaige synchrone Oszillation hin untersucht werden (Müller 2013, S. 135). Die charakteristischen Oszillationen lassen sich daraufhin den genannten Frequenzbändern zuordnen. *Oszillationen im Theta-Band* werden z.B. im Zuge semantischer Verarbeitungsprozesse sowie bei

Gedächtnisprozessen während der Sprachverarbeitung beobachtet (Müller 2013, S. 168). Man kann sich dies in etwa so vorstellen, dass bestimmte, teils weiter voneinander entfernte *cell assemblies* für eine spezifische kognitive Verarbeitungsleistung ein vorübergehendes Netzwerk bilden, das in Folge dessen eine synchronisierte Oszillation in der Hirnelektrischen Aktivität aufweist.

4.2.1 EKPs in der Sprachverarbeitung

Ereigniskorrelierte Potentiale (EKPs, engl. ERPs) werden mit einer beschreibenden Abkürzung (MMN, LPC), chronologisch (P3) oder nach ihrem durchschnittlichen zeitlichen Auftreten benannt (P300). Dabei steht *N* für eine negative und *P* für eine positive Polarität der Modulation. In den meisten graphischen Darstellungen werden negative Ausschläge kontraintuitiv nach oben und positive nach unten abgebildet.

Die Koppelung von kognitivem Verarbeitungsschritt und zeitlichem Auftreten der Modulation des EEG-Signals darf jedoch nicht absolut betrachtet werden. Vielmehr können probandenabhängige Parameter (Kutas & Iragui, 1998) oder die Qualität des Stimulusmaterials (Jérôme Daltrozzo, Wioland, & Kotchoubey, 2012) die Gipfellatenz (peak) verzögern. Ereigniskorrelierte Potenziale sind so gesehen nicht losgelöst von ihrer „funktionellen Bedeutung“ zu beurteilen (Buchner, 2014, S. 91). Zwei prominente Beispiele für in die Verarbeitung sprachlicher Syntax involvierte ereigniskorrelierte Potenziale sind:

ELAN:

ELAN (early left anterior negativity) bezeichnet eine EKP-Komponente negativer Polarität ab 150-200ms nach Reizpräsen-

tation. Sie korreliert mit syntaktischen Irregularitäten in gesprochenen Sätzen, genauer mit der Verletzung von Wortkategorien und kann insofern als Indikator der Identifikation von Wortkategorien betrachtet werden (Stefan Koelsch & Schröger, 2008). Sie wird im Zusammenhang mit einer automatisch ablaufenden, frühen syntaktischen Verarbeitung gesehen und kann bereits im frühen Kindesalter, bereits ab dem dritten Lebensjahr, nachgewiesen werden (Angela D. Friederici & Wartenburger, 2010).

P600:

Die P600 ist in einem Zeitfenster von ca. 600ms – 900ms zu beobachten und tritt bei syntaktischen Verletzungen im Satzbau auf bzw. bei korrekten syntaktischen Strukturen, die aufgrund ihrer Komplexität zunächst eine andere syntaktische Analyse nahelegen oder in ihren syntaktischen Interpretationsmöglichkeiten nicht eindeutig sind. Die verhältnismäßig spät auftretende Komponente wird mit Reanalyse- und Restrukturierungsprozessen im Verlauf der syntaktischen Verarbeitung in Verbindung gebracht: Wird z.B. die syntaktische Struktur eines dargebotenen Satzes zunächst irregulär analysiert und darauffolgend reanalysiert sowie restrukturiert, spiegelt sich dies in dem positiven Ausschlag der P600 im EEG wieder. Im Vergleich zu der frühen, bereits um 150 ms zu beobachtenden ELAN, handelt es sich bei der P600 um einen Marker einer höheren, kontrolliert ablaufenden kognitiven Verarbeitungsstufe syntaktischer Informationen. Andere Untersuchungen sprechen gegen eine syntaktozentrische Interpretation der P600 und weisen neben syntaktischen ebenso auf eine Repräsentation semantischer Verarbeitung hin (Kuperberg, 2007). Auch die P600 konnte bereits bei drei- und vierjährigen Kindern in Abhängigkeit von Aufmerksamkeitsparametern beobachtet werden (Friederici 2010).

4.3 N400 - Indikator semantischer Relationen

Die N400 als Indikator semantischer Relationen konnte erstmals von Kutas & Hillyard nachgewiesen werden (Kutas & Hillyard, 1980, 1982). Erklärtes Ziel dieser Studie war ursprünglich der Nachweis eines anderen EKPs, der sogenannten P300. Die P300 tritt klassischerweise bei unerwarteten nicht-linguistischen Stimuli auf (Kutas & Donchin, 1978). Bei unerwarteten Wörtern im Satzkontext konnte dann jedoch die N400 Komponente gemessen und zugeordnet werden. Sie zeigte ein negatives Maximum um 400 ms nach Stimulus-Onset. Durch den Vergleich mit der P300 sowie den Komponenten P600 und ELAN konnte nahegelegt werden, dass es sich bei der N400 um eine Komponente handelt, die umgekehrt proportional mit der *semantischen* Relation zweier Stimuli korreliert. Dies zeigten ebenso Experimente von Van Petten und Kollegen, bei denen syntaktisch reguläre englischsprachige Sätze mit und ohne semantischen Anomalien getestet und entsprechende N400-Effekte gemessen werden konnten (Petten, 1993). Interessante Ergebnisse hierzu lieferten darüber hinaus Studien, die sich dem Einfluss syntaktischer Strukturen auf semantische Inhalte widmeten, also der Frage, inwiefern syntaktisch irreguläre Manipulationen eher syntaktisch oder lexikalisch-semantisch verarbeitet werden (Kutas & Kluender, 1994). In einer Studie von Osterhout & Mobley (Osterhout & Mobley, 1995) konnten durch das Auftreten der syntax-spezifischen Komponente P600 in den Bedingungen der Syntaxmanipulation die vorherigen Untersuchungen zum Vergleich von syntaktischer und semantischer Verarbeitung bestätigt werden. Entsprechend der behavioralen Erhebungen dieser aus drei Teilexperimenten bestehenden Studie, bei denen die Probanden die Stimuli nach ihrer syntaktischen bzw. semantischen Irregularität beurteilen sollten, zeigten sich in Übereinstimmung mit den Ratings je nach Verletzungskategorie entwe-

der P600- oder N400-Effekte. Ebenso konnten diese in der passiven Bedingung des dritten Experiments der Versuchsreihe, in der keine behavioralen Erhebungen stattfanden, gemessen werden.

Weniger eindeutige Ergebnisse, bei der eine P600-Komponente infolge der semantischen Manipulation des Verbargumentes ohne Verletzung der Syntax beobachtet, jedoch keine N400 gemessen werden konnte, finden sich in einer zusammenfassenden Darstellung bei Gina Kuperberg (Kuperberg, 2007). Kuperberg argumentiert, dass die P600-Komponente einen kombinatorischen Prozess reflektiere, der nicht syntaktozentrisch aufgefasst werden könne, sondern z.B. im Fall der semantischen bzw. thematischen Rollen der Verbargumente als ein sich sowohl aus semantischen als auch aus syntaktischen Bedingungen konstituierendes Phänomen (Kuperberg 2007).

Zahlreiche Studien, die sich mit der Frage auseinandersetzten, ob die N400-Komponente durch unterschiedliche Stadien der Aufmerksamkeit (controlled/automatic) modelliert wird, legen dar, dass die N400-Komponente sowohl in der Bedingung gerichteter Aufmerksamkeit als auch in einem Modus reduzierter Aufmerksamkeit bzw. Zuständen unbewusster Wahrnehmung auftritt (Deacon & Shelley-Tremblay, 2000). Allerdings wird ihre Amplitude durch den Grad der Aufmerksamkeit beeinflusst (Kutas & Federmeier, 2011).

Weitere Experimente konnten zeigen, dass nicht nur isolierte Sätze, sondern ebenso Texte größeren Umfangs sowie zusätzliche pragmatische Informationen die N400-Komponente nach einem darauffolgenden Target-Wort beeinflussen. Die Amplitude der N400 für Target-Wörter nach einem vorherigen isolierten Satzkontext kann z.B. durch entsprechende pragmatische Zusatzinformationen über die Sprecherperson etc. verringert wer-

den. Semantische Anomalien können ferner durch entsprechende Information innerhalb eines erweiterten Kontextes als fiktional aufgefasst werden, was ebenfalls eine deutliche Reduzierung der N400 mit sich bringen kann (Van Berkum, 2009).

Auch für die Gedächtnisforschung ist die für semantische Relationen sensitive N400-Komponente ein interessanter Indikator: Mehrere Experimente ergaben, dass die N400 allein durch Wiederholung moduliert, d.h. dass ihre Amplitude durch zunehmende Repetition des Target-Stimulus reduziert wird (Friedman & Johnson, 2000). Jedoch kann daraus nicht zwingend auf die N400-Komponente als Indikator eines bestimmten Gedächtnisprozesses geschlossen werden. So ist die N400-Komponente bezogen auf die Subkategorien des deklarativen Gedächtnisses weder als elektrophysiologisches Korrelat der konkreten Wiedererinnerung (*recollection*) noch der Bekanntheit (*familiarity*) widerspruchsfrei interpretierbar. Dies wird in Studien deutlich, die den Vergleich der N400-Komponente mit dem sogenannten *late positive complex* oder auch *late positive component* (LPC) anstellen, einer Komponente positiven Ausschlags um 600ms nach Stimulus-Onset, oft synonym für die oben beschriebene P600 verwendet: Während die N400-Komponente sowohl bei der Beurteilung von Bekanntheit auftrat als auch bei Aufgabenstellungen zur konkreten Wiedererinnerung, war die LPC ausschließlich bei letzteren zu beobachten, sowohl in Bezug auf das Arbeits- als auch auf das Langzeitgedächtnis. Die LPC ist größer, wenn die Target-Stimuli zuvor dargeboten, bzw. besonders dann, wenn diese infolge dessen als bekannt (*old/new*) identifiziert wurden (Smith & Guster, 1993).

Ein weiterer Schwerpunkt innerhalb des Themenkomplexes des semantischen Gedächtnisses und den zugrundeliegenden Mechanismen der Wiedererinnerung sowie der Speicherung von semantischen Inhalten betrifft den Unterschied zwischen der

Repräsentation konkreter und abstrakter Wörter sowie der Beobachtung, dass konkrete Substantive vergleichsweise schneller verarbeitet werden (*concreteness effect*). Nach der auf Allan Paivio zurückgehenden *dual-coding theory* (Paivio, 1991; Paivio & Csapo, 1973) werden Informationen sowohl bildhaft als auch verbal codiert. Dies wirke u.a. positiv auf die Stabilität der Repräsentation, etwa wenn Inhalte gespeichert oder wiedererinnert werden sollen: Durch die zusätzliche Verfügbarkeit von visuellen Repräsentationen in der konkreten Bedingung könnten, so die *dual-coding theory*, konkrete Substantive schneller verarbeitet werden als abstrakte. N400-Studien zur Verarbeitung von abstrakten und konkreten Substantiven können zunächst aufgrund der beobachteten unterschiedlichen topographischen Verteilung zur Unterstützung dieser Sichtweise herangezogen werden: Je nach Bedingung konnte eine links-hemisphärische Dominanz, entsprechend einer eher verbal-konkreten Verarbeitung, und eine rechts-hemisphärische Dominanz beobachtet werden, die auf eine eher bildhafte Verarbeitung hinweist (Jessen et al., 2000). Allerdings wird dieser Effekt abgeschwächt, wenn der entsprechende Stimulus in einen semantisch kongruenten Kontext eingebunden ist (Phillip J Holcomb, Kounios, Anderson, & West, 1999; Kutas & Federmeier, 2011).

Neben der Sichtweise der *dual-coding theory* stehen alternativ die Annahmen der sogenannten *context-availability theory*. Diese Vorstellung geht im Gegensatz zur *dual-coding theory* davon aus, dass nicht zusätzliche bildhafte Repräsentationen, sondern der vergleichsweise weniger abstrakte Kontext, der durch konkrete verbale Stimuli bereitgestellt wird, und eine daraus folgende effektivere Verfügbarkeit verbaler kontextueller Bezüge, die schnellere Verarbeitung von konkreten gegenüber abstrakten Wörtern ermöglicht (Phillip J Holcomb et al., 1999). Ein Integrativer Ansatz legt durch entsprechende fMRT-Daten nahe, dass die

zu beobachtende Aktivierung rechts- und linkshemisphärischer Areale im Zuge der schnelleren Verarbeitung konkreter Substantive sowohl auf effektivere Kontextinformationen als auch auf die Einbindung bildhafter Ressourcen zurückgeführt werden kann (Jessen 2000). Somit kann davon ausgegangen werden, dass beide in den jeweiligen Theorien postulierten Faktoren ihren Anteil innerhalb der semantischen Verarbeitung haben.

Obwohl jedoch die *dual-coding theory* einen in weiten Teilen hilfreichen theoretischen Ansatz bietet, sprechen neuere Erkenntnisse gegen eine aus lediglich zwei Komponenten bestehende Repräsentation semantischer Inhalte. Wie oben beschrieben, konnte nahegelegt werden, dass die Verarbeitung semantischer Inhalte ferner nicht auf zwei konstante Modi beschränkt ist, sondern immer auch spezifische, mit der sinnlichen Manifestation des Wortes verknüpfte sensomotorische Ressourcen in die Codierung einbezieht. (Pulvermüller 2013; Garagani & Pulvermüller 2016).

Die N400 Komponente konnte in mehreren Untersuchungen mit Kleinkindern bereits in frühen Stadien der Sprachentwicklung gemessen werden. Schon ab einem Alter von 12-14 Monaten weisen Kleinkinder eine durch die korrelierende N400-Komponente nahegelegte Sensitivität für semantische Inkongruenz von Bildern und Wörtern auf (Friedrich & Friederici, 2004). Innerhalb eines Satzkontextes konnten bereits ab einem Alter von 19 Monaten N400-Antworten auf semantische Anomalien nachgewiesen werden (Friedrich & Friederici, 2006).

Eine wiederkehrende Frage ist, ob die N400-Komponente Verarbeitungsprozesse vor oder ab dem Zeitpunkt der Worterkennung reflektiert. Es können demnach die prä-lexikalischen und die lexikalischen bzw. post-lexikalischen Betrachtungsweisen unterschieden werden.

4.3.1 Lexikalische und post-lexikalische Sichtweisen

Die N400-Komponente kann innerhalb der Sprachverarbeitung nicht nur bei konkreten semantischen Anomalien von Satzkontext und kritischem Wort gemessen werden. Wie Kutas & Hillyard in einer weiteren Untersuchung nachweisen konnten, gibt die Komponente ebenso Auskunft über die Erwartbarkeit eines Wortes. Unabhängig von einer vorliegenden semantischen Verletzung korreliert die N400-Komponente umgekehrt proportional mit dem Grad der Erwartbarkeit eines kritischen linguistischen Stimulus bezogen auf den vorherigen Kontext (Kutas & Hillyard, 1984). Die Erwartbarkeit eines Wortes im Kontext wird in der Forschungsliteratur auch als *Cloze Propability* bezeichnet.

Darüber hinaus werden mit einer N400-Komponente einhergehende Phänomene der semantischen Verarbeitung diskutiert, die auf Schwierigkeiten des lexikalisch-semantischen Zugriffs (*lexical access*) schließen lassen. Kutas & Federmeier legen nahe, dass die N400 die gleichzeitige Verarbeitung unterschiedlicher semantischer Faktoren widerspiegelt: Die entsprechenden kritischen Stimuli werden sowohl nach ihrer *Cloze Propability* als auch nach ihrem Wahrheitswert im Satzkontext verarbeitet. Die N400-Komponente reflektiere demnach Schwierigkeiten innerhalb dieses Verarbeitungsprozesses, ausgelöst durch einen entsprechenden Grad der semantischen Relation verschiedener Merkmale der kritischen Stimuli mit dem vorherigen Prime-Stimulusmaterial (Kutas & Federmeier, 2000). Wie gezeigt werden konnte, verringert sich die Amplitude der N400 bei einer target-abhängigen Voraktivierung (Kutas & Federmeier 2000; Van Borkum et al. 2009).

Mit anderen Worten: Die Auffassung der N400-Komponente als Indikator der semantischen Integration, d.h. eines elektrophysiologischen Korrelats semantischer Integration eines kritischen

Wortes in den vorherigen Kontext, steht der Betrachtung der N400-Komponente als ein Merkmal gegenüber, das den Zugriff auf im Langzeitgedächtnis gespeichertes Weltwissen reflektiert. Beide Ansätze sind Beispiele lexikalischer bzw. postlexikalischer Theorien. Die Sichtweise, die den semantisch-lexikalischen Zugriff propagiert, muss sich der kritischen Frage stellen, ob nicht schon allein der vergleichsweise späte, durch die N400-Komponente um 400 ms nach Stimulus-Onset reflektierte Verarbeitungszeitpunkt gegen die gemeinhin früher zu vermutenden, der semantischen Integration vorgelagerten Prozesse des lexikalischen Zugriffs sprechen. Dennoch unterstützen andere Phänomene eher die lexikalische Auffassung, nach der das Target-Wort Inhalte des Langzeitgedächtnisses aktiviert, die mit ihm assoziiert werden. So kann der Unterschied zwischen den Phänomenen der semantischen Anomalie und der *Cloze Propability* (Kutas & Hillyard 1984) nach diesem Erklärungsansatz vor allem auf die Erwartbarkeit des kritischen Wortes zurückgeführt werden. Demnach reflektiere die N400-Komponente in der Sprachverarbeitung keinen integrativen oder kombinatorischen Prozess, sondern einen, der die semantisch-assoziative Erwartbarkeit des Target-Stimulus widerspiegele.

Coulson und Kollegen untersuchten die topographischen Unterschiede für die jeweiligen Hemisphären bezogen auf die lexikalische Verarbeitung isolierter Wortpaare und Paarungen von Satzkontext und Target-Wort. Sie konnten zeigen, dass beide Hemisphären in den jeweiligen Verarbeitungsbedingungen aktiv sind. Wenn, wie in der Prime-Target-Paarung isolierter Wörter, lediglich lexikalische Informationen vorliegen, übt dies einen primären Einfluss auf die Verarbeitung aus. Wenn zusätzlich zum lexikalischen Input Informationen aus dem Satzkontext verfügbar sind, werden diese priorisiert verarbeitet. Während jedoch die linke Hemisphäre die lexikalischen Informationen eines kriti-

schen Wortes im Satzkontext nur dann berücksichtigt, wenn Schwierigkeiten bei der semantischen Integration des Target-Wortes in den vorherigen Prime-Input auftreten, zeigt die rechte Hemisphäre auch im Falle einer semantisch kongruenten Paarung eine nachweisliche Sensitivität für die rein lexikalischen Relationen. Die Hemisphären unterscheiden sich demnach, neben der gemeinsamen Priorisierung des Satzkontextes vor den rein lexikalischen Relationen, durch ihre unterschiedliche Gewichtung im Falle der gleichzeitigen Verarbeitung von lexikalischen und satzkontextuellen Informationen (Coulson, 2005).

Eine Erklärung für Experimente mit Pseudowörtern oder irreguläre Buchstabenfolgen als Target-Stimuli, bei denen N400-Effekte beobachtet wurden, können die lexikalischen oder postlexikalischen Theorien hingegen nicht liefern.

4.3.2 Prä-lexikalische Sichtweise

Der Standpunkt, die N400-Komponente sei lediglich ein Indikator der phonologischen oder orthographischen Analyse, trete also in einem frühen, vor dem lexikalischen Zugriff und der semantischen Integration liegenden Verarbeitungsstadium auf, kann innerhalb der wissenschaftlichen Debatte als vergleichsweise schwach gewertet werden. Vornehmliches Anliegen dieser Theorie ist es, einige mit den lexikalischen und prälexikalischen Sichtweisen nicht zu vereinbarende Phänomene zu erklären. Die Kritik der prä-lexikalischen Argumentationslinie geht von Untersuchungen aus, die zeigen konnten, dass nicht nur linguistisch-semantische Anomalien, sondern ebenso solche, die auf den Einsatz von Pseudowörtern als kritische Stimuli zurückgehen, N400-Effekte auslösen können (Deacon, Dynowska, Ritter, & Grose-Fifer, 2004). Allerdings zeigt dieser Erklärungsansatz wie-

derum erhebliche Defizite in Bezug auf die genannten Phänomene der Modulation der N400-Komponente durch Kontextinformationen sowie der *Cloze Probability*, die klar einer späteren Verarbeitungsstufe zugeschrieben werden müssen. Die beiden Vorstellungen, die prälexikalische und die lexikalische bzw. postlexikalische Position, erscheinen deshalb zunächst widersprüchlich und unvereinbar.

4.3.3 Die Suche nach den neuronalen Generatoren der N400 als Lösungsansatz

Um die jeweiligen Defizite der lexikalischen bzw. post-lexikalischen und der ausschließlich prä-lexikalischen Standpunkte aufzulösen, werden zunehmend alternative Positionen in die Debatte eingebracht. Die zu scheinbar unversöhnlichen Widersprüchen führende Vorstellung von spezifischen N400-Komponenten, die den jeweils unterschiedlichen zu beobachtenden Phänomenen entsprechen, rückt dabei in den Hintergrund. Dies wird z.B. durch Untersuchungen zu den neuronalen Quellen der N400-Komponente gestützt.

Neben der topographischen Lokalisierung des ERPs auf der Kopfoberfläche unter Verwendung der gemessenen EEG-Daten, die eine lediglich ungefähre Bestimmung der Lage des Signals erlauben, wurde die detaillierte Suche nach der genauen neuronalen Quelle (*neural source*) der N400-Komponente mit alternativen Verfahren vorangetrieben. Hierbei zeigte sich, dass eine Präzisierung der Frage, weg von der Auffassung eines singulären N400-Generators hin zu einem sowohl jeweils netzwerkartig organisierten als auch in einem Zeitfenster unterschiedlicher semantischer Verarbeitungsstadien aktiven *N400-Komplexes* sinnvoll ist. Anhand der Ergebnisse von Experimenten unter der Einbeziehung jeweils unterschiedlicher bildgebender Verfahren, kann von einem mehrere Stadien der semantischen Verarbeitung durchlaufenden Prozess ausgegangen werden, der sich in dem ereigniskorrelierten Potential der N400 widerspiegelt (Kutas & Federmeier, 2011; Lau, Phillips, & Poeppel, 2008; Van Petten & Luka, 2006).

Der so verstandene N400-Komplex beinhaltet in einem Zeitfenster von ca. 200 ms bis ca. 600 ms nach Stimulus-Onset mehrere semantische Verarbeitungsaspekte, die teilweise parallel oder

seriell ablaufen und an denen jeweils unterschiedliche Areale in spezifischen Netzwerken beteiligt sind (Kutas & Federmeier, 2011). A. Friederici nennt die Brodmann Areale 45 und 47 des inferioren Frontalgyrus sowie den mittleren und superioren Temporallappen als prominente, in die semantische Verarbeitung involvierte Areale (Friederici 2002).

Der N400-Komplex ist dabei sensitiv für unterschiedliche Sinnesmodalitäten, dies äußert sich etwa in der modalitätsabhängigen topographischen Verteilung. Er ist jedoch nicht modalitätsspezifisch, d.h. unter Einbeziehung teilweise gleicher Areale nicht auf eine Sinnesmodalität beschränkt, wie unten in Bezug auf musikalische Stimuli weiter ausgeführt werden soll (Kutas & Federmeier 2011).

Bei der Codierung semantischer Inhalte können die bereits zitierten Ergebnisse der Untersuchungen von Pulvermüller und Kollegen, die für einen Verarbeitungskomplex aus modalitätsunspezifischen, konstanten Netzwerken und einer modalitätsabhängigen Aktivierung sprechen, eine hilfreiche Betrachtungsweise anbieten (Pulvermüller 2013; Garagani & Pulvermüller 2016).

Für die Phonologische oder syntaktische Verarbeitung können wiederum andere Netzwerke identifiziert werden, wobei diese jeweils bei Bedarf in komplexer Weise interagieren (Angela D. Friederici & Wartenburger, 2010). Die interhemisphärische Zusammenarbeit bei der Verarbeitung von Syntax, die eher links-hemisphärisch dominant ist und das *Broca Areal* sowie anteriore und posteriore Anteile des superioren Gyrus temporalis einschließt (Grodzinsky & Friederici, 2006), und der u.a. für die Interpretation der Syntax relevanten Prosodie, deren Verarbeitung eher rechtshemisphärisch lokalisiert ist, wird durch die Faserverbindungen des *Corpus Callosum* realisiert (Eckstein & Friederici, 2006). Die methodischen Ansätze von Mitchell und Kollegen

(*machine learning*) versprechen u.a. auch in der Untersuchung der phonologischen und semantischen Verarbeitung neue Möglichkeiten (Sudre et al., 2012).

Die Verarbeitung von Sprache insgesamt involviert ein komplexes Zusammenwirken sowohl links- als auch rechtshemisphärischer bzw. interhemisphärischer Netzwerke und ist mit hoher zeitlicher Auflösung aufeinander abgestimmt. Der Grad der Sensibilität dieses Systems wird besonders bei aphasischen Patienten deutlich, bei denen einzelne in die Sprachverarbeitung involvierte Areale in ihrer Wirkungsweise behindert werden und so z.B. Schwierigkeiten im Bereich der Wortfindung oder des Sprachverstehens auslösen (Hagoort, Brown, & Swaab, 1996). Die N400-Komponente als ein Indikator semantischer Relationen kann deshalb ebenso aufschlussreich in die Untersuchung von Probanden mit Sprachentwicklungsstörungen oder Sprachstörungen infolge von psychischen Erkrankungen, etwa Schizophrenie-Patienten, einbezogen werden (Kuperberg, 2010).

5. Semantisches Priming jenseits der Sprachverarbeitung

Die N400-Komponente ist nicht nur ein Indikator semantischer Relationen in der Sprachverarbeitung. In Experimenten, welche nicht-linguistische Prime-Stimuli in herkömmlichen N400 Paradigmen verwendeten, konnten ebenfalls N400-Komponenten gemessen werden.

5.1 Objekte und Sounds

Eine EEG-Studie von Barrett und Rugg untersuchte, ob Bilder einen N400-Effekt auslösen können. Die visuellen Stimuli wurden den Probanden in vordefinierten, entweder miteinander assoziierten oder nicht assoziierten Paarungen präsentiert. Für die inkongruenten Target-Stimuli konnte eine größere N400-Komponente gemessen werden (Barrett & Rugg, 1990).

P.J. Holcomb und B. McPherson führten eine ERP-Studie zur Objekt-Entscheidung (*object decision task*) durch, bei der ebenfalls eine größere N400-Komponente als Korrelat der semantischen Relation zwischen Zeichnungen realer Objekte nachgewiesen werden konnte (P. J. Holcomb & McPherson, 1994).

Wie A. Cummings und Kollegen zeigen konnten, sind ferner natürliche Klänge der Umwelt, die durch reale Ereignisse, z.B. das Bellen eines Hundes, verursacht werden (*environmental sounds*), als Prime-Stimuli geeignet. Zusammen mit Wörtern als Target-Stimuli ließ sich eine N400-Komponente beobachten, die als Indikator semantischer Relation interpretiert werden kann (Cummings et al., 2006).

5.2 N400 und Musik – Pilotstudie

Die Initiale Studie, die sich der Frage stellte, ob Musik Repräsentationen semantischer Konzepte aktivieren kann, wurde von Stefan Koelsch und Kollegen am Leipziger *MPI Kognitions- und Neurowissenschaften* durchgeführt. (Stefan Koelsch et al., 2004).

Die Studie setzte sich aus vier verschiedenen Experimenten und einem vorbereitenden Experiment zusammen unter der Beteiligung von insgesamt 112 Probanden im Alter zwischen 18-52 Jahren. Die Probanden waren jeweils an nur einem Experiment der Studie beteiligt.

Prime-Stimuli waren deutsche Sätze und eine gleiche Anzahl instrumentaler, dur-moll-tonaler Sequenzen von einer Dauer von ca. 10 Sekunden. Diese musikalischen und linguistischen Stimuli bildeten das Prime-Stimulus-Repertoire und wurden in pseudo-randomisierter Reihenfolge via Kopfhörer präsentiert, jeweils gefolgt von einem visuell präsentierten deutschen Substantiv als Target-Stimulus. Jedem Target-Stimulus waren auf der Grundlage einer hypothetisch angenommenen semantischen Relation vier Prime-Stimuli zugeordnet: Je ein semantisch kongruenter sowie ein jeweils semantisch inkongruenter linguistischer und musikalischer Stimulus.

Im vorbereitenden behavioralen Experiment wurden die semantischen Relationen auf einer Skala von -5 bis +5 via Fragebogen bewertet. An diesem Experiment waren 26 Versuchspersonen beteiligt.

Die in diesem behavioralen Experiment bestimmten Trials (176 Prime-Target-Paarungen) fanden dann in einem ersten EEG-Experiment unter Beteiligung von insgesamt 24 Versuchspersonen Anwendung. Die Probanden waren angehalten, die semanti-

sche Relation zusätzlich zur EEG-Messung behavioral zu bewerten. Den auditiv präsentierten Prime-Stimuli folgte die visuelle Präsentation der Target-Stimuli (2000ms). Die behavioralen Daten ergaben eine Übereinstimmung der unterstellten semantischen Relation von ca. 92% für die Trails mit linguistischen Prime-Stimuli und ca. 80% für die Trails mit musikalischen Stimuli.

Die EEG-Daten zeigten, entsprechend der Hypothese, eine negative Modulation um 400 ms nach Target-Stimulus-Onset. Die durch den N400-Effekt aufgezeigte negative semantische Relation bestätigte den semantischen Priming-Effekt sowohl für linguistische als auch für musikalische Stimuli. Ferner wurden keine Unterschiede in der Latenz, Amplitude und Topographie für die Trails mit musikalischen oder linguistischen Prime-Stimuli festgestellt.

In einem zweiten EEG-Experiment, an welchem insgesamt 16 Versuchspersonen beteiligt waren, wurde der gleiche Versuchsaufbau des ersten EEG-Experimentes verwendet. Die Probanden wurden jedoch nicht über eine mögliche semantische Relation der Stimuli informiert und gingen stattdessen davon aus, an einem Gedächtnisexperiment teilzunehmen. Auch hier wurde eine entsprechende N400-Komponente gemessen.

Durch die von Koelsch et al. durchgeführte Studie konnte gezeigt werden, dass dur-moll-tonale Stimuli Repräsentationen semantischer Konzepte aktivieren können, unabhängig davon, ob die Probanden über eine mögliche semantische Relation der Stimuli informiert sind.

5.3 Ereigniskorrelierte Potenziale in der Musikverarbeitung

Folgende EKPs können mit Prozessen der Musikverarbeitung in Verbindung gebracht werden, hier dargestellt nach Koelsch & Schröger (Koelsch & Schröger 2007, S. 6-8):

N1: Die N1, auch auditorische N1 genannt, hat eine negative Polarität und ist 100ms nach Auftreten eines auditiven Stimulus zu beobachten. Sie reflektiert hauptsächlich die physikalische Eigenschaft eines auditiven Stimulus und korreliert in geringerem Maße mit der Aufmerksamkeit, die auf den Reiz gerichtet ist: Die N1 zeigt eine größere Amplitude bei lauten gegenüber leisen Reizen ferner eine leicht vergrößerte Amplitude bei auf den Reiz gerichteter Aufmerksamkeit.

MMN: Die MMN, genannt *mismatch negativity*, hat eine negative Polarität und kann 100-250ms nach der Präsentation eines auditiven Reizes gemessen werden. Er tritt auf, nachdem in einer regelmäßigen Abfolge relativ passender Reize (regulär) ein ausreichend unpassender Reiz (iregulär), ein sogenannter *mismatching stimulus*, auftritt. Dies kann z.B. in einer Serie von Tönen gleicher Frequenz ein Ton anderer Frequenz sein. Die MMN reflektiert insofern Prozesse des auditiven sensorischen Gedächtnisses.

ERAN: Die ERAN (early right anterior negativity) ist eine EKP-Komponente mit negativer Polarität, die 150-200ms nach Reizpräsentation beobachtet werden kann. Sie hat eine größere Amplitude, wenn innerhalb einer Akkordprogression ein irregulärer Reiz, d.h. eine sogenannte musik-syntaktische Irregularität auftritt.

N400: Die N400-Komponente zeichnet sich durch eine negative Polarität um ca. 250-400ms nach Reizpräsentation aus. Sie korreliert, wie bereits dargelegt, mit semantischen Irregularitäten

und ihre Amplitude ist größer, wenn ein Target-Stimulus in Relation zu einem Prime-Stimulus semantisch weniger nah ist, d.h. schlechter semantisch integriert werden kann.

N5: Die N5 ist eine EKP-Komponente negativer Polarität, die 500ms nach Reizpräsentation auftritt. Sie reflektiert harmonische Irregularitäten innerhalb einer Akkordprogression und kann nach Koelsch als Indikator intramusikalischer Irregularitäten interpretiert werden (Stefan Koelsch, 2011b)

P600/LPC: Die P600-Komponente zeigt eine positive Polarität ab ca. 600ms nach der Präsentation eines Stimulus. Ihre Amplitude ist größer, wenn Probanden explizit dazu aufgefordert werden, die Regularität eines musik-syntaktisch irregulären Akkordes innerhalb einer Akkordprogression zu beurteilen.

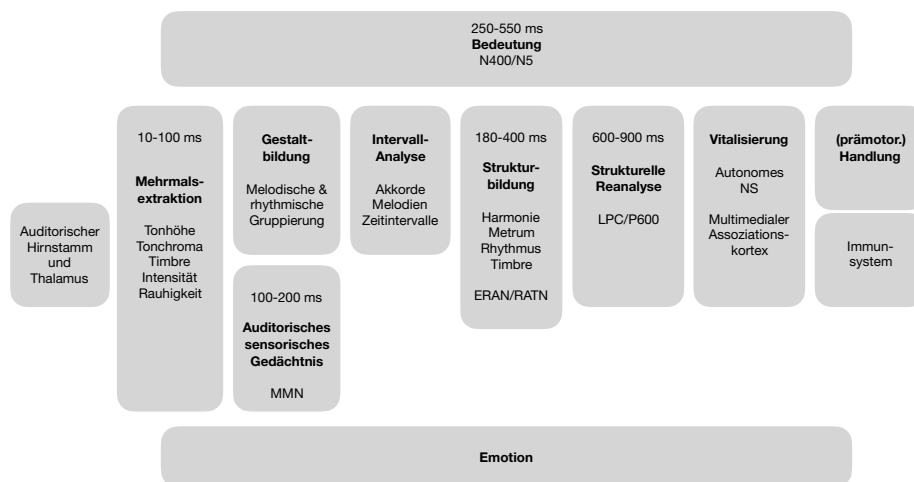
CPS: Die CPS-Komponente (*closure positive shift*) weist eine positive Polarität nach ca. 450-600ms ab Reizpräsentation auf. Sie korreliert in der Musikbedingung mit intonationsbedingten Phrasengrenzen.

5.4 Modell der Musikverarbeitung

Die neuronale Musikverarbeitung soll nachfolgend anhand des Modells von Koelsch und Siebel (Stefan Koelsch & Siebel, 2005) erläutert werden.

Auf der ersten subkortikalen Station nach dem Eintritt des auditiven Reizes in den Hirnstamm wird eine Merkmalsextraktion (*feature extraction*) nach Tonhöhe, Klangfarbe, Intensität und Rauigkeit geleistet. Diese Extraktion ist ebenso für die Verarbeitung sprachlichen Inputs relevant. Unter evolutionären Gesichtspunkten ist eine Merkmalsextraktion auf der frühen subkortikalen

Ebene für die Früherkennung von Gefahren überlebenswichtig. Bereits in diesem frühen Verarbeitungsstadium im Zeitfenster zwischen 10ms bis 100ms können rudimentäre akustische Ereignisse Bedeutung evozieren, weit früher also, als dies prinzipiell durch sprachlichen Input möglich ist (Stefan Koelsch & Schröger, 2008).



Modell der Musikverarbeitung nach Koelsch & Siebel (Stefan Koelsch & Schröger, 2008)

Die zweite Station ist für die Analyse rhythmischer und melodischer Intervalle zuständig. Zusammen mit den aus der Merkmalsextraktion gewonnenen Charakteristika werden die verarbeiteten Informationen zu auditiven Gestalten zusammengefasst und mit den Inhalten des Langzeitgedächtnisses abgeglichen (Koelsch & Schröger, S.4).

Auf nächst höherer Ebene werden strukturelle Merkmale musikalischer Phrasen extrahiert, z.B. syntaktische Regularitäten im Zusammenhang von Akkordfunktion und harmonischem Kontext

(Stefan Koelsch & Siebel, 2005; Patel, 2003). Die syntaktischen Informationen, zu denen nicht nur harmonische, sondern ebenso rhythmisch-metrische gezählt werden können, werden sowohl von Musikern als auch von Nichtmusikern implizit verarbeitet (Koelsch & Siebel 2005). Also sogar dann, wenn den Probanden eine andere Aufgabe gestellt wird und sie den musikalischen Input sozusagen nebenbei hören. Kortikale Mechanismen und Areale, die in die Verarbeitung musik-syntaktischer Strukturen involviert sind, werden ebenfalls bei der Verarbeitung sprachlicher Syntax aktiv (Angela D Friederici, 2002; Stefan Koelsch et al., 2003).

In den darauffolgenden Verarbeitungsstationen erfolgt ggf. eine Reanalyse der Ergebnisse der vorangegangenen Extraktion und Strukturbildung (P600/LPC) sowie eine so genannte Vitalisierung, d.h. eine Beeinflussung des vegetativen Nerven- bzw. des Immunsystems durch die eingegangenen Reize. Auf nahezu allen Stufen der neuronalen Musikverarbeitung kann der auditive Input Einfluss auf die emotionale und semantische Verarbeitung nehmen.

II Empirischer Teil

6. Musikalische Rhythmen primen Wortbe- deutungen (Musical Rhythm primes Word Meaning) – Eigene EEG Studie

Aktivieren musikalische Rhythmen Repräsentationen semantischer Konzepte?

Die N400 ist ein ereigniskorreliertes Potential negativer Polarität, das in der Neurolinguistik als Indikator zur Untersuchung semantischer Relationen von linguistischen Prime- und Target-Stimuli herangezogen wird (Kutas & Hillyard 1980, 1982; Friederici & Wartenburger 2010; Kutas & Federmeier 2011). Je geringer die semantische Nähe zwischen Prime- und Target-Stimulus, z.B. zwischen einem Satzkontext und einem Zielwort, desto größer der negative Ausschlag der N400. Im Fall semantischer Inkongruenz weist die N400 durchschnittlich ein negatives Maximum (peak latency) um 400ms nach Target-Stimulus-Onset auf. Diverse Faktoren können die Latenz der N400 beeinflussen und ihr Maximum verzögern (Friedrich & Friederici 2004; Moreno & Kutas 2004; Kutas & Iragui 1998; Reid & Striano 2007; Conolly & Phillips 1994; Gunter, Friederici & Hahne 1999; Pratrelli 1995; Daltrozzo, Wioland & Kotchouby 2012). Kutas & Federmeier plädieren für einen weiter gefassten Begriff eines *N400-Komplexes* in einem Zeitfenster zwischen ca. 200-600 ms, der verschiedene Aspekte der semantischen Verarbeitung reflektiert (Kutas & Federmeier, 2011).

Die N400-Komponente ist nicht nur ein Index für die semantische Relation zwischen Wörtern, sondern auch für Prime-Target-Paarungen, in denen nicht-linguistische Stimuli als Primes eingesetzt werden. Dies konnte durch N400-Experimente mit Bildern (Barrett & Rugg, 1990), Sounds (Cummings et al., 2006)

oder komplexen musikalischen Prime-Stimuli (Koelsch 2004) demonstriert werden. In der 2004 von Stefan Koelsch und Kollegen durchgeführten Studie kamen kurze Sequenzen dur-moll-tonaler Musik und unvollständige deutsche Sätze, die Wort für Wort präsentiert wurden, als Prime-Stimuli (10 sec) sowie deutsche Substantive als Target-Stimuli zum Einsatz. Die Studie von Koelsch und Kollegen, bei der erstmalig musikalische Stimuli als Primes in einem N400-Paradigma eingesetzt wurden, konnte somit zeigen, dass Musik semantisch verarbeitet wird. Und dies unabhängig davon, ob die Probanden über eine etwaige semantische Relation der Stimulus-Paarungen informiert waren.

Nachfolgende Studien zielten darauf, das musikalische Signal zu variieren oder zu reduzieren, um dessen bedeutungstragende Elemente einzugrenzen. Es konnte demonstriert werden, dass bereits sehr kurze musikalische Exzerpte (1 sec) sowohl als Prime- als auch als Target-Stimulus in N400-Paradigmen funktionieren (Jerome Daltrozzo & Schoen, 2009a). Die von Daltrozzo und Schoen beobachtete N400 für musikalische Target-Stimuli wies zudem eine vergleichsweise lange Latenz mit einem verzögerten Maximum und einem Ausklang um ca. 600ms nach Stimulus-Onset auf. In einer anschließenden Studie, die dieselben musikalischen Stimuli als Primes verwendete und den Einfluss der Aufgabenstellung auf die semantische Verarbeitung untersuchte, konnte für die LDT (lexical decision task) verglichen mit der RJT (relatedness judgment task) eine deutlich verzögerte N400 gemessen werden (Jérôme Daltrozzo & Schoen, 2009b). Dies veranlasste die Autoren zu der Annahme, dass die Verzögerung des N400-Effektes durch die verdeckte Aufgabenstellung (masked priming) verursacht sei, wie zuvor bereits andere Studien nahelegten (Connolly, Phillips, Stewart, & Brake, 1992; Phillip J Holcomb, 1993; Wang & Yuan, 2008)

Weitere Studien untersuchten die semantische Relation von Akkordtypen mit unterschiedlichen Spannungslevels (dissonant/konsonant) und affektiven Target-Stimuli (Steinbeis & Koelsch, 2008) sowie der Modalität einzelner Akkorde (dur/moll) (Steinbeis & Koelsch, 2011). Bereits die Klangfarbe (timbre) einzelner Töne, die auf einem Synthesizer generiert wurden, konnte sowohl als Prime- als auch als Target-Stimulus N400-Effekte erzeugen (Painter & Koelsch, 2011).

Die vorliegende Studie untersucht, ob musikalische Rhythmen extra-musikalische Bedeutung kommunizieren können. Extra-musikalische Bedeutung konstituiert sich in Referenz zu einem extra-musikalischen Objekt, Status oder Konzept. Die semiotischen und musikästhetischen Erklärungsansätze, die der Frage nachgehen, in welcher Weise musikalische Stimuli mit linguistischer Bedeutung verknüpft sind, sind vielfältig. Eine in kontemporären Arbeiten häufig verwendete Differenzierung geht auf die Zeichentheorie nach Charles Sanders Peirce zurück (Stefan Koelsch, 2011a, 2011b). Innerhalb der von Peirce vertretenen triadischen Zeichenrelation aus Interpretant, Repräsentamen und Objekt kann die Bedeutung eines Zeichens einen ikonischen (ein Portrait, Diagramm etc.), einen indexikalischen (Rauch als Index für Feuer) oder einen symbolischen Objektbezug (arbiträre Repräsentamen, akustische Signale) aufweisen. Zudem kann ein Repräsentamen mehrere der genannten Objektbeziehungen beinhalten. An die theoretischen Ausführungen von Peirce anknüpfend wurden in kontemporären Studien musikalische Stimuli als Repräsentamen beschrieben und den semiotischen Objektbeziehungen zugeordnet: (1) Bedeutung, die durch allgemeine Muster und Formen generiert wird, z.B. durch musikalische Patterns, die den Klang oder die Qualität eines Objektes, Zustandes oder Konzeptes nachbilden, wurde als ikonischer Objektbezug interpretiert (aufsteigende Melodien, die mit dem Konzept Treppe

assoziiert werden etc.). Ein Fall, der in der Sprache als *Onomatopoesie* bzw. bei der Referenz auf akustische und *nicht-akustische* Phänomene als *Ideophonie* bezeichnet wird. (2) Als Beispiel musikalischer Bedeutung, die durch indexikalische Objektbezüge generiert wird, können Stimuli genannt werden, die emotionale Zustände (fröhlich/traurig) signalisieren. Es konnte demonstriert werden, dass Emotionen (Freude, Trauer, Angst), die von westlich sozialisierten Probanden mit Musik aus dem eigenen Kulturkreis verbunden werden, ebenso von Probanden zugeordnet werden, die nie zuvor westliche Musik gehört hatten. Dies zeigt, dass zumindest einige indexikalische Qualitäten in westlicher Musik universell verstanden werden (T. Fritz et al., 2009). (3) Musikalische Bedeutung, die symbolische Objektbezüge aufweist, also aufgrund kultureller Übereinkunft und Konvention verstanden wird, kann ebenso beschrieben werden (Jagdhorn, Martinshorn, Hinweistöne).

In der vorliegenden Studie haben wir folgende Hypothesen untersucht:

1.) *Musikalische Rhythmen, die auf einem Drumset gespielt und aufgenommen wurden, modulieren die N400-Komponente als Indikator der semantischen Relation zwischen musikalisch-rhythmischen Prime-Stimuli und Target-Wörtern.*

2.) *Das Level der musikalischen Expertise moduliert die N400-Antwort auf rhythmische Primes und Targetwörter.*

Wie vorangegangene Studien zeigen konnten, weisen Musiker verglichen mit Nichtmusikern differenziertere tonale und rhythmische Repräsentationen auditiver Stimuli auf (Jantzen et al., 2014). Auch konnte demonstriert werden, dass musikalisches Training die Organisation der in die Sprachperzeption involvierten Areale positiv beeinflusst (Francois et al., 2014).

3.) *Durch rhythmisch-musikalische Prime-Stimuli transportierte Bedeutung wird implizit verarbeitet.* Deshalb besteht keine zwingende Notwendigkeit, die Probanden über eine semantische Relation der Prime-Target-Paarungen zu informieren.

6.1 Stimuli

Als Prime-Stimuli haben wir 42 rhythmische Sequenzen mit einer Dauer von je zehn Sekunden verwendet. Das Material wurde auf einem Jazz-Drumset eingespielt, bestehend aus einer 14"x5" Snaredrum, einer 18"x14" Bassdrum, einem 14"x14" Floortom, einem 12"x8" mounted Tom, 13" HiHats sowie zwei 20" Ride-Cymbals. Alle rhythmischen Sequenzen wurden entweder mit Sticks oder mit Brushes gespielt.

Die rhythmischen Stimuli wurden im Vorfeld des EEG-Experiments je einem der insgesamt 42 Target-Wörter als semantisch kongruent (related) und je einem weiteren als semantisch inkongruent (unrelated) zugeordnet. Die Zuordnung wurde nicht von an dem EEG-Experiment beteiligten Probanden unternommen. Hieraus ergaben sich 84 Prime-Target Paarungen, 42 semantisch kongruente und 42 semantisch inkongruente, die in einer pseudorandomisierten Reihenfolge präsentiert wurden. Jeder Prime- oder Target-Stimulus fand auf diese Weise in je einer kongruenten und inkongruenten Paarung Verwendung. Ein etwaiger *Word Frequency Effekt* (Brysbaert et al., 2011) für besonders seltene Substantive kann ausgeschlossen werden (siehe Anhang 9.2).

Angst	Gefieder	Schaukel
Arbeit	Gerippe	Schlange
Aufbruch	Huhn	Schreck
Aufprall	Kampf	Schwein
Aufregung	Karawane	Sprung
Bedrohung	Lawine	Stärke
Brandung	Leichtigkeit	Storch
Eisenbahn	Maschine	Streit
Elfe	Mechanik	Trauer
Ente	Militär	Weite
Explosion	Parade	Wettrennen
Flucht	Regen	Wiesel
Fontäne	Riese	Wut
Frosch	Rinnsal	Zeit

Liste der Target-Stimuli

6.2 Probanden

Insgesamt nahmen zwei Probandengruppen an dem Experiment teil: Die erste Gruppe bestand aus 32 Probanden mit niedriger musikalischer Expertise (mean age: 26; range: 22-32), alle rechtshändig, davon 16 Probanden männlichen Geschlechts. Zur Gruppe der Probanden mit niedrigem Grad an musikalischer Expertise (low level of musical expertise = LE) haben wir all diejenigen gezählt, die nicht mehr als insgesamt sechs Jahre kontinuierlicher Erfahrung an einem Instrument aufwiesen und die sich selbst nicht als Musiker bezeichneten. Die zweite Gruppe setzte sich aus 32 Probanden mit hohem Grad an musikalischer Expertise zusammen (mean age: 25,4; range: 21-33), alle rechtshändig, 16 davon männlichen Geschlechts. Das Einschlusskriterium für diese Gruppe (high level of musical expertise = HE) bestand in einer mehr als zehnjährigen Erfahrung am Instrument, einer andauernden musikalischen Praxis sowie dem Erreichen eines exzellenten Niveaus des Instrumentalspiels. Jede der zwei Gruppen wurde in zwei Subgruppen unterteilt, eine aktive und eine passive Gruppe. Die aktive Gruppe hatte die Aufgabe zu beurteilen, ob die jeweiligen Paarungen semantisch kongruent oder inkongruent waren.

6.3 Prozedur

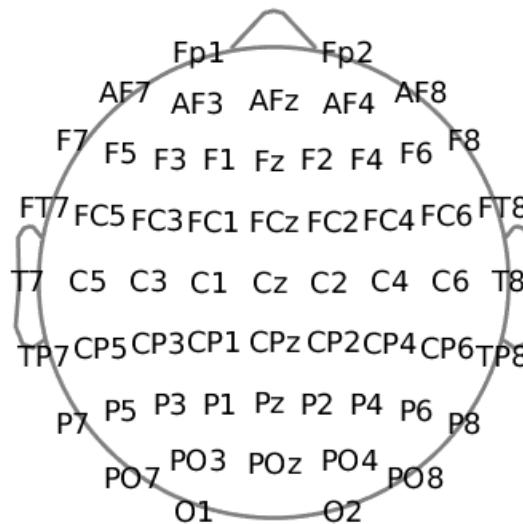
Die rhythmischen Prime-Stimuli wurden via Lautsprecher mit einem Schalldruck von 70db präsentiert, der an der exakten Sitzposition der Probanden mit einem Schalldruckmessgerät (Pollin Electronic, HT850) gemessen wurde. Alle rhythmisch-musikalischen Stimuli waren RMS-normalisiert. Auf die akustische Präsentation des Primes folgte die visuelle Präsentation des Target-Wortes via Bildschirm. Der Prime-Stimulus hatte einen natürlichen Ausklang von ca. 1000ms, die Präsentationszeit des Target-Stimulus betrug 2000ms.

Nach der Präsentation des jeweiligen Target-Wortes bestand die Aufgabe der Subgruppen der aktiven HE und aktiven LE darin, den Grad der semantischen Kongruenz oder Inkongruenz auf einem Sliderinterface mit einer kontinuierlichen Skala zu beurteilen. Dieses kam bereits bei vorherigen Experimenten zum Einsatz (T. Fritz et al., 2009; T. H. Fritz, Schmude, Jentschke, Friederici, & Koelsch, 2013; Seifert et al., 2013). Durch Drücken eines Knopfes des Interface, starteten die Probanden nach der Bewertung die Präsentation der nächsten Prime-Target-Paarung (siehe Anhang 9.1, ratings active task). Die Subgruppen der passiven HE und passiven LE sollten keine manuelle Bewertung vornehmen und waren nicht über eine etwaige semantische Relation von Prime- und Target-Stimuli informiert.

6.4 Datenakquise und -Analyse

Die EEG-Daten wurden mit 64 Kanälen aufgenommen. Trails, die okulare bzw. Bewegungsartefakte oder Übersteuerungen des Verstärkers beinhalteten, wurden durch visuelle Inspektion aus-

sortiert. Das EEG wurde durch einen *BrainAmp MR*-Verstärker (Brain Vision) mit einem High-Pass-Filter von 0,1 Hz aufgenommen und auf 1000 Hz digitalisiert.



Topographie der Elektroden

Für die erhobenen EEG-Daten wurde eine ANOVA für jeden Zeitpunkt und jede Elektrode (multiple three-way repeated measures ANOVAs) mit den Faktoren *Expertise* (LE/HE) und *Task* (active/passive) zwischen den Gruppen (between-subjects factors) und dem Faktor *semantische Relation* innerhalb der Gruppen (within-subjects factor) gerechnet.

Um die signifikante Aktivität einzelner Elektroden-Cluster zu identifizieren, wurde eine *Threshold Free Cluster Enhancement*-Analyse durchgeführt (TFCE).

Mit dem Ziel, einen etwaigen Effekt der Reaktionszeiten der aktiven bzw. passiven Gruppe auf das Messergebnis auszuschließen, wurden zwei ANOVA für die Unterschiede der Reaktions-

zeiten gerechnet (für die Zeit, die verging, bis die Probanden der aktiven bzw. der passiven Gruppen durch Drücken des Knopfes auf dem Interface die nächste Präsentation auslösten) mit den between-subjects Faktoren *Expertise* (LE/HE) und dem within-subjects Faktor *semantische Relation*.

6.5 Ergebnisse

Behaviorale Daten

Die jeweilige ANOVA für die Reaktionszeiten der passiven sowie der aktiven Gruppe zeigte keinen signifikanten Haupteffekt für den within-subjects Faktor *semantische Relation* (aktive Gruppe: $F(1,30) = .015$, $p = .904$; passive Gruppe: $F(1, 30) = 1.194$, $p = .283$). Auch konnte kein Effekt für den Faktor *Expertise* (aktive Gruppe: $F(1, 30) = 2.218$, $p = .147$; passive Gruppe: $F(1, 30) = 1.344$, $p = .255$) oder ein Interaktionseffekt (aktive Gruppe: $F(1, 30) = .139$, $p = .712$; passive Gruppe: $F(1, 30) = 1.403$, $p = 2.46$) beobachtet werden.

	Expertise	Mean	SD
Related stimuli	high	3.85	1.18
	low	3.35	1.06
	In total	3.60	1.13
Unrelated stimuli	high	3.87	1.15
	low	3.31	0.96
	In total	3.59	1.08

Deskriptive Daten der Reaktionszeiten (in s) für die aktive Gruppe

	Expertise	Mean	SD
Related stimuli	high	2.23	1.33
	low	1.68	0.78
	In total	1.95	1.11
Unrelated stimuli	high	2.15	1.29
	low	1.68	0.79
	In total	1.92	1.08

Deskriptive Daten der Reaktionszeiten (in s) für die passive Gruppe

Eine weitere ANOVA mit dem Ziel, einen etwaigen Effekt des within-subjects Faktors *Relatedness* sowie des between-subjects Faktors *Expertise* auf die durchgeführten Ratings zu analysieren, ergab neben dem zu erwartenden signifikanten Haupteffekt *Relatedness* ($F(1, 30) = 319.48, p < .001$) weder einen signifikanten Haupteffekt für den Faktor *Expertise* ($F(1, 30) = .615, p = .439$), noch einen Interaktionseffekt ($F(1, 30) = 2.650, p = .114$).

	Expertise	Mean	SD
Ratings of related musical stimuli	high	22.81	2.51
	low	21.85	2.24
	In total	22.33	2.39
Ratings of unrelated musical stimuli	high	8.24	2.78
	low	9.23	2.65
	In total	8.74	2.72

Deskriptive Daten für die Ratings der aktiven Gruppe

EKP-Daten

Die Analyse der EEG-Daten zeigt einen Haupteffekt für den Faktor *semantische Relation* ($p = 0.0049$) mit einer größeren Negativierung für semantisch inkongruente Prime-Target-Paarungen. Für die Faktoren *Expertise* ($p \geq 0.2966$) und *Task* ($p \geq 0.6748$)

konnte kein Haupteffekt und zudem keine signifikanten Interaktionseffekte beobachtet werden (*semantische Relation x Expertise*: $p \geq 0.4997$; *semantische Relation x Task*: $p \geq 0.5823$; *Expertise x Task*: $p \geq 0.2418$; *semantische Relation x Expertise x Task*: $p \geq 0.3353$).

Die durchgeführte Cluster-Analyse identifizierte drei Elektroden-Cluster mit folgenden negativen Peaks: (1) 536ms (39 Elektroden, frontal, zentral und parietal, leicht links lateralisiert, maximaler Effekt an Elektrode FCz), (2) 604ms (48 Elektroden, frontal, zentral und parietal, leicht rechts lateralisiert, maximaler Effekt an Elektrode F2), (3) 704ms (7 Elektroden, parieto-okzipital, rechts lateralisiert, maximaler Effekt an Elektrode O2).

Abbildung 1 zeigt die gemittelten *diffrence waves* der Bedingungen semantisch kongruent und inkongruent für alle Probanden an ausgewählten Elektroden. Abbildung 2A und 2B zeigen den Verlauf und die jeweiligen Peaks der Negativierung in Abhängigkeit von der semantischen Relation der Prime-Target-Paarungen. Die Timeline in Abbildung 3 fasst den zeitlichen Verlauf der negativen Maxima und die Anzahl der Cluster-Elektroden zusammen.

Die identifizierten signifikanten F-Werte der jeweiligen Cluster sind in Abbildung 4A und 4B dargestellt.

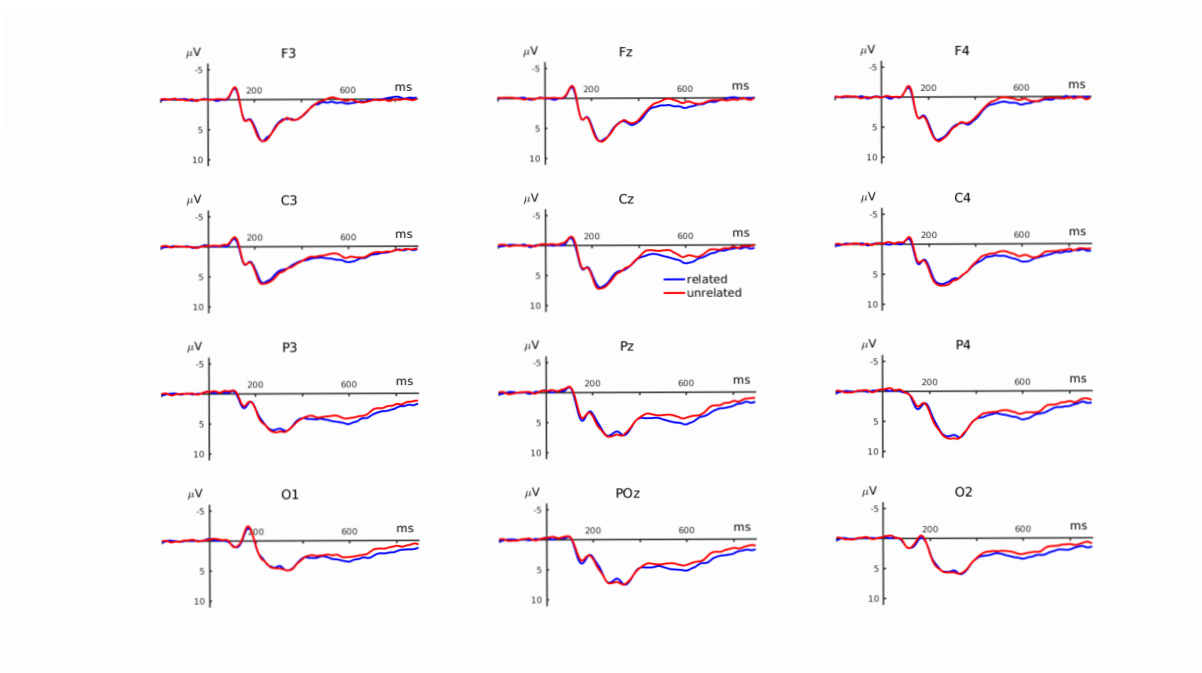


Abbildung 1: Difference waves, gemittelt über alle Probanden für die Bedingungen semantisch kongruent und inkongruent (related/unrelated)

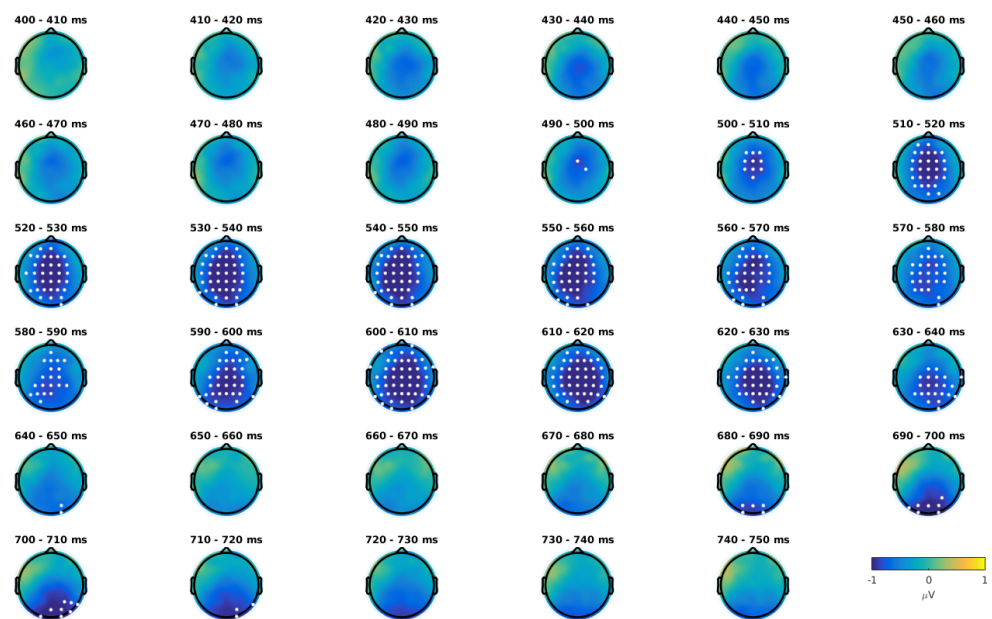


Abbildung 2A: Difference wave, gemittelt über alle Probanden für die Bedingung semantisch inkongruent (unrelated) mit topographischer Verteilung

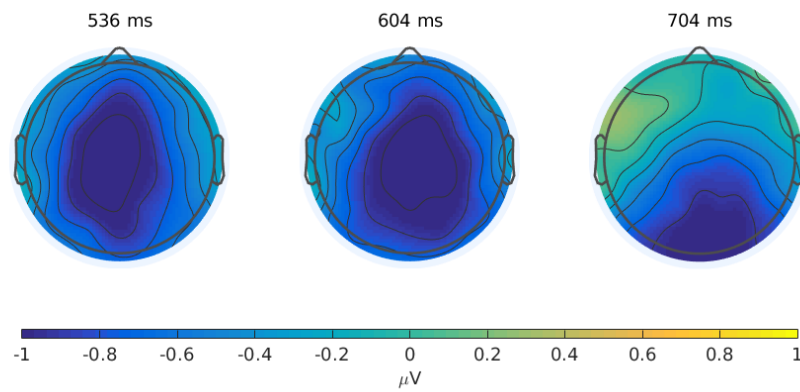


Abbildung 2B: Difference wave, gemittelt über alle Probanden für die Bedingung semantisch inkongruent (unrelated) mit topographischer Verteilung der *peak latency*

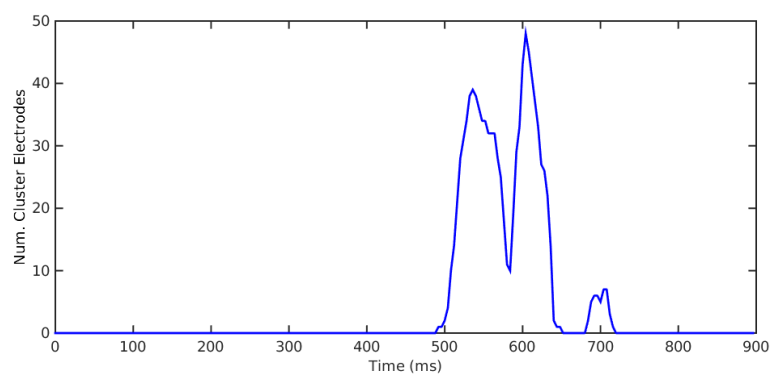


Abbildung 3: Timeline der Cluster-Peaks und Elektroden

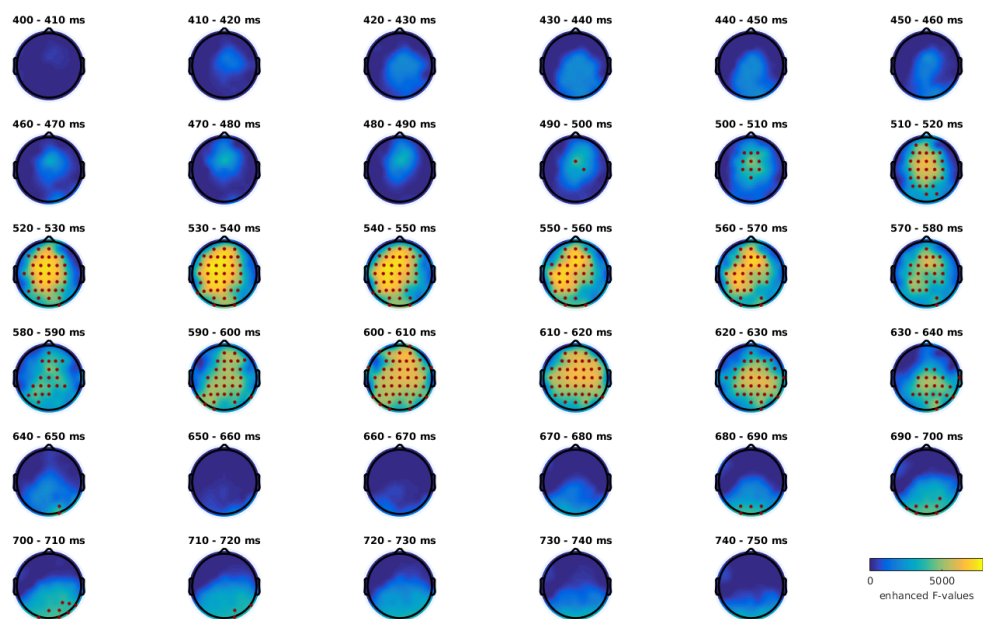


Abbildung 4A: Signifikante F-Werte in zeitlicher Abfolge

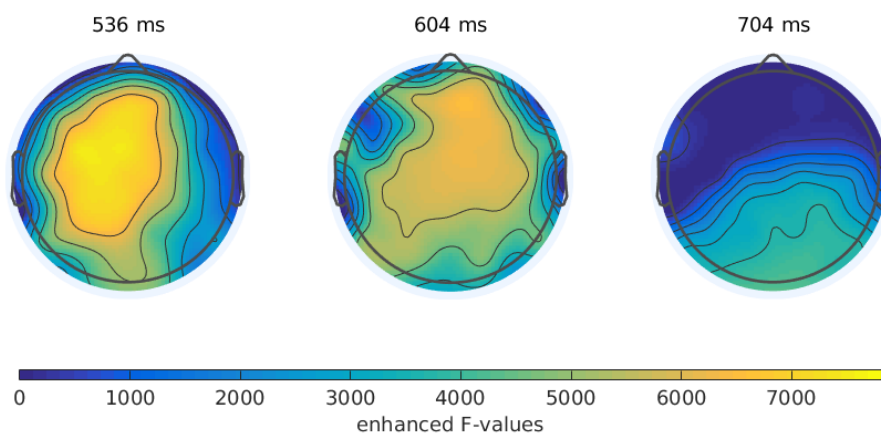


Abbildung 4B: Peaks der signifikanten F-Werte

6.6 Diskussion

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass musikalische Rhythmen semantische Konzepte aktivieren können.

Die behavioralen Daten der aktiven Gruppe, die über die etwaige semantische Relation der Prime- und Target-Stimuli informiert war und die Aufgabe hatte, die semantische Nähe auf einem Interface zu bewerten, zeigte eine Übereinstimmung von 76,98 % mit den prädefinierten Prime-Target-Paarungen (vgl. 10.1). Dies demonstriert, dass musikalische Rhythmen semantische Informationen enthalten, die mit deskriptiven Wortbedeutungen verknüpft sind. Insofern kann man bereits auf der Grundlage der behavioralen Daten davon sprechen, dass musikalische Rhythmen Bedeutung transportieren.

Die EEG-Daten zeigen eine Modulation des ERP-Signals, die mit der semantischen Relation von rhythmischen Prime-Stimuli und Target-Wörtern korreliert (Abbildung 1-4). Beobachtet werden konnten Peaks von Elektroden-Clustern zu drei unterschiedlichen Zeitpunkten, 536ms, 604ms und 704ms (Abbildung 2B, 4B). Da die Modulation des ersten Clusters in einem Zeitfenster zwischen 490-500ms beginnt ist zu fragen, ob es sich bei dem beobachteten Effekt um eine N400 handelt (diese würde stereotyperweise um 400ms ihre Gipfellatenz zeigen). Zahlreiche Studien haben demonstriert, dass die qualitativen Eigenschaften der Stimuli sowie probandenbedingte Parameter die Latenz der N400 in einem Zeitfenster von 200-600ms verzögern können. Vergleichbare Latenzen wurden in vorherigen Studien als verzögerte oder *late N400* beschrieben (Jérôme Daltrozzo & Schoen, 2009b; Desroches, Newman, & Joanisse, 2009).

Die semantische Korrelation des Effektes sowie die behavioralen Daten legen nahe, dass es sich bei dem ersten der drei beobachteten Effekte um eine Modulation innerhalb des N400-Komplexes handelt (Kutas & Federmeier, 2011).

Verzögerte Latenzen der N400-Komponente können durch verschiedene Faktoren hervorgerufen werden, die auf (1) die Probanden oder (2) die Qualität der Stimuli zurückzuführen sind:

(1) Eine verzögerte Latenz konnte z.B. in Abhängigkeit vom Lebensalter der Probanden (Kutas & Iragui, 1998), der Sprachkompetenz bei Kleinkindern (Friedrich & Friederici, 2004) und für die nicht-dominante Sprache von zweisprachig Aufgewachsenen beobachtet werden, abhängig von der Sprachkompetenz und dem Zeitpunkt der Exposition (Wicha, Moreno, & Kutas, 2004).

(2) Zahlreiche Parameter, die die Qualität der Stimuli betreffen, können die Latenz der N400 verzögern, z.B. die Degradierung der akustischen Qualität auditiver Stimuli (Jérôme Daltrozzo et al., 2012): Gesprochene Sätze als Prime-Stimuli wurden in vier verschiedenen Stufen mit Pink Noise degradiert (0=keine Degradierung, 1=wenig Degradierung, 2-3=starke Degradierung), gefolgt von einem nicht degradierten Target-Wort. Je nach Level der Degradierung (dl) verzögerte sich die beobachtete Gipfella-tenz (peak latency) der N400 (dl0: peak zwischen 100-500ms; dl1: peak zwischen 200-600ms; dl2: peak zwischen 250-800ms; dl3: kein Effekt). Daneben konnten weitere Parameter der Stimulusqualität als Ursache einer verzögerten N400 dokumentiert werden: Der Einsatz von Filmen von Handlungssequenzen als Prime- und Target-Stimuli (Reid & Striano, 2008), die Ähnlichkeit des initialen Phonems eines Prime-Stimulus mit dem des Target-Wortes mit der höchsten Auftrittswahrscheinlichkeit, wenn die Prime-Target-Paarung inkongruent ist (Connolly & Phillips,

1994), niedriger Kontrast visuell präsentierter Wörter (Gunter, Friederici, & Hahne, 1999) sowie die Länge und Komplexität von zusammengesetzten Substantiven, die als Target-Stimuli verwendet wurden (Pratarelli, 1995).

Zudem wurden verzögerte N400-Effekte gemessen, wenn die Aufgabenstellung (z.B. eine lexikalische Entscheidungsaufgabe = lexical decision task) die eigentliche Fragestellung (die Bewertung der semantischen Kongruenz = relatedness judgment task) verschleiert (masked versus unmasked priming) (Connolly et al., 1992; Jérôme Daltrozzo & Schoen, 2009b; Phillip J Holcomb, 1993; Wang & Yuan, 2008).

Es ist möglich, dass die Verzögerung des Effektes auf die eher minimalistische Qualität der Prime-Stimuli (im Gegensatz zu den in vorherigen Studien verwendeten musikalischen Stimuli: Melodien, Akkordprogressionen, orchestrale Musik) zurückzuführen ist, vergleichbar mit N400-Experimenten zur Stimulus-Degradierung in der Sprachverarbeitung (Jérôme Daltrozzo et al., 2012).

Zusätzlich zu dem ersten beobachteten negativen Maximum bei 536ms (hier als N400-Effekt diskutiert) zeigen die vorliegenden Daten zwei weitere Peaks bei 604ms und 704ms. Modulationen des ERP-Signals in diesem Zeitfenster wurden in der Wordverarbeitung mit Prozessen der mentalen Imagination in Verbindung gebracht (West & Holcomb, 2000). Es ist denkbar, dass die Integration von eher minimalistischen musikalischen Stimuli und visuell präsentierten Wörtern im Vergleich zu Experimenten mit orchesterlicher Musik, den Prozess der Integration und Interpretation beeinflussen (Stefan Koelsch et al., 2004).

Unsere Daten zeigen, dass musikalische Rhythmen ohne spezifische tonale Informationen semantische Konzepte aktivieren können, und dass die semantische Relation von rhythmischen

Prime- und linguistischen Target-Stimuli das ERP-Signal moduliert. Dies geschieht implizit, unabhängig davon, ob die Probanden über eine etwaige semantische Relation der Stimuli informiert sind und unabhängig von dem Grad niedriger oder hoher musikalischer Expertise.

6.6.1 Ausblick – Multisensorische Integration als Erklärungsansatz

In der Sprache begegnet uns neben der vordergründigen Arbitrarität von sprachlichem Zeichen und Objekt der bereits bei Aristoteles diskutierte Fall der *Onomatopoeie* (Steinthal, 2013, S. 183f), auch *Onomatopoesie*, der den Vorgang der lautmalerischen Imitation beschreibt. Hier können sowohl Onomatopetika akustischer (*zischen etc.*) als auch nicht akustischer Phänomene (*flimmern etc.*) beobachtet werden. Mit lautmalerischen Mitteln auf nicht-akustische Phänomene referierende Wörter werden auch in der übergeordneten Gruppe der *Ideophone* zusammengefasst. Der Begriff der *Ideophonie* schließt die Referenz auf akustische und nicht-akustische Phänomene ein.

Untersuchungen konnten zeigen, dass das Phonemrepertoire der sublexikalischen Ebene der Sprache mit dem Gehalt der emotionalen Bedeutung der lexikalisch-semantischen Ebene zusammenhängt: Einzelnen Phonemen des Englischen, Spanischen und Deutschen wird ein sprachübergreifender emotionaler Bedeutungsgehalt zugeschrieben (Schmidtke, Conrad, & Jacobs, 2014). Wie bereits erwähnt, konnten Studien zur Verarbeitung von Ideophonen und nicht-ideophonen Wörtern demonstrieren, dass die phonetischen Informationen von Ideophonen mit ihrem semantischen Konzept korrelieren (Lockwood & Tuomainen, 2015). Asano und Kollegen konnten zudem zeigen,

dass Kinder in der präverbalen Phase Bedeutung zu einem hohen Anteil über den multisensorischen Zusammenhang von Sound und semantischem Gehalt herstellen. Sie scheinen ein cross-modales Perzeptionssystem zu entwickeln und auf dieses bei der Akquise neuer Wörter zurückzugreifen (Asano et al., 2015). Die im Zuge der Verarbeitung von Ideophonen in N400-Paradigmen beobachteten Modulationen des ERP-Signals weisen eine vergrößerte P2 auf, die mit der multisensorischen Integration in Verbindung gebracht wird, und eine eher späte N400 in einem Zeitfenster von 350-550ms. Sie ist für nicht-ideophone Wörter weniger ausgeprägt als für Ideophone (Bien, ten Oever, Goebel, & Sack, 2012; Lockwood & Tuomainen, 2015).

Eine für die semantische Verarbeitung rhythmischer sowie allgemein nichtsprachlicher Stimuli mögliche Hypothese könnte lauten, dass diese multisensorisch integrierte semantische Konzepte aktivieren, indem sie eine *semantische Bahnung* evozieren, welche auf cross-modale Korrespondenzen zurückzuführen ist.

Die intramusikalische Bedeutungsebene, wie sie etwa durch Untersuchungen zur Verarbeitung der musikalischen Syntax beschrieben werden konnte, ist damit keineswegs relativiert, vielmehr ist zu erwarten, dass diese in der Verarbeitung musikalischer Reize mit zunehmender Expertise eine größere Rolle spielt.

Zieht man die oben herausgearbeitete Definition des musikalischen Rhythmus heran, können in den Parametern Akzent, Timing und Gruppierung als *intentional* wahrgenommene Patterns sowohl intra- bzw. inter- als auch extramusikalische Bedeutung transportieren, sofern sie neben innermusikalischen Bezügen u.a. auf multisensorisch integrierte semantische Konzepte referieren.

III Audiation

7. Konsequenzen für den Begriff der Audiation in Edwin E. Gordons Music Learning Theory

7.1 Edwin E. Gordon

In der Musikpädagogik ist vor allem die *Music Learning Theory* mit dem Namen Edwin E. Gordon verbunden. Innerhalb der musikpädagogischen Lehrpraxis wird die von Gordon entwickelte *Music Learning Theory* wegen ihrer umfangreichen Systematik und ihres empirischen Fundaments geschätzt (Gruhn 2008). Musikpädagogen sehen in ihr eine gelungene Synthese aus reichhaltiger, praktischer musikpädagogischer Erfahrung und empirischer Forschung (Jank, 2012; Süberkrüb, 2014; Tappert-Süberkrüb, 1999).

7.2 Music Learning Theory und Audiation

Das Anliegen der *Music Learning Theory* besteht in der Entwicklung des musikalischen Begabungspotentials des Lernenden. Die zentrale und zu entwickelnde Fähigkeit innerhalb des musikalischen Begabungspotentials sei die *Audiationsfähigkeit*. Dieser von Gordon in den siebziger Jahren geprägte Begriff beschreibt das mentale Hören und Verstehen von Musik, ohne ihre gleichzeitige physikalische Präsenz (Gordon 2013, S. 21f). Gordon betrachtet die Fähigkeit zur Audiation und die Musikalität an sich als unterschiedliche Bezeichnungen ein und derselben Kompetenz. Je ausgeprägter die Audiationsfähigkeit, so Gordon,

desto höher der Grad der Musikalität des Menschen (Edwin Gordon, 2012, 2013).

Die Audiation sei von diversen Kompetenzen der Musikwahrnehmung- und Verarbeitung zu unterscheiden. Auditive Perzeption und das bloße Wiedererinnern auditiver Gestalten sowie deren inneres Hören als Leistung des Langzeitgedächtnisses schlossen im Gegensatz zur Audiation nicht die verstehende Komponente ein (Gordon 2013, S. 23; Süberkrüb 2014, S.8ff). Wilfried Gruhn ordnet den Gegenstand der Audiation der *auditorischen Imagination (auditory imagery)* zu (Gruhn 2008, S.186). Erst der Prozess der Audiation gliedere auditive Perzepte und mentale Klangvorstellungen in einen musikalischen Bezugshorizont ein, z.B. rhythmische Sequenzen in metrische bzw. tonale Phänomene in harmonische Zusammenhänge. Wie Gordon betont, sei jedoch Audiation implizit möglich, ohne musiktheoretische oder musikhistorische Kenntnisse zu besitzen. Einige Kinder hingegen hätten eine besonders hohe imitatorische Begabung, die von der Fähigkeit zur Audiation gelegentlich schwer zu unterscheiden sei. Sind Kinder aufgefordert, nicht unmittelbar Gehörtes zu reproduzieren, zeige sich der Unterschied zwischen den Fähigkeiten der Audiation und Imitation deutlicher. Imitiertes Material sei weniger stabil zu reproduzieren als audiierte Sequenzen. Zwar sei Imitation nicht Audiation, dennoch setze Audiation die Fähigkeit zur Imitation voraus (Gordon 2013, S. 24f).

Die Fähigkeit zur Imitation sei wiederum nur durch allgemeine Gedächtnisleistungen möglich. Gordon unterscheidet hier die Begriffe *music memory* und *memorization*: Das allgemeine Erinnerungsvermögen des Langzeitgedächtnisses (*memorization*) ermögliche es, bereits Gehörtes wiederzuerkennen, das musikalische Gedächtnis (*music memory*) hingegen mache bereits Gehörtes durch Audiation reproduzierbar. *Music memory* sei das Ergebnis der Audiation gehörter Musik, beziehe also den tonalen

und metrischen Bezugshorizont ein und sei so in der Lage, stabilere Erinnerungen zu produzieren und einst Gehörtes auf musikalische Weise zu rekonstruieren. *Memorization* sei demgegenüber ein vergleichsweise mechanischer und linearer Prozess des Erinnerns, ohne den Gesamtzusammenhang des musikalischen Kontextes einzubeziehen (ebd., S. 24ff).

Gordon verweist in seinen theoretischen Ausführungen mehrfach auf eine starke Ähnlichkeit des Sprach- und Musikhernens. Jedoch legt er Wert auf die Feststellung, dass Musik nicht voreilig als sprachäquivalent betrachtet werden dürfe. Vielmehr sieht er neben strukturellen Gemeinsamkeiten vor allem fundamentale Unterschiede. Zwar hält er sowohl Musik als auch Sprache für kommunikative Medien und führt deren Ausdrucksbedürfnis jeweils auf inhärente kommunikative Grundmotivationen zurück. Dennoch sei Musik trotz aller sich daraus ergebenden Analogien verglichen mit den besonderen strukturellen Eigenheiten der Sprache begrenzt. So beinhalte Musik keine Wörter und ebenso keine Grammatik, sondern lediglich eine spezifische Form der Syntax (Gordon 2013, S. 5; Süberkrüb 2014, S. 10). Die proklamierte musikalische Syntax unterteilt Gordon in eine tonale und eine rhythmische Syntax: Die tonale Syntax setzt tonale Phänomene in Bezug zu einem Grundton, die rhythmische Syntax setzt rhythmische Werte in Beziehung zur Makro- und Mikroebene. Die Audiation, das implizite und explizite musikalische Verstehen physikalisch nicht präsenter Musik, beschreibt demnach die Identifikation und das Verstehen syntaktischer Bezüge imaginierter musikalischer Sequenzen. Die Bedeutung der Musik, so Gordon, sei in der musik-syntaktischen Dimension musikalischer Phänomene zu finden (Gordon 2012, S. 114f, Gordon 2013, S. 37).

7.3 Begabungspotential (Aptitude)

Das musikalische Begabungspotential (*aptitude*) eines Menschen, ist nach Gordon innerhalb einer sensiblen Phase während der frühen Kindheit beeinflussbar. Bis zum neunten Lebensjahr sei die musikalische Begabung plastisch und könne durch entsprechende Stimulation entfaltet oder durch mangelnde Stimulation in ihrer Entwicklung gehemmt werden. Das Entwicklungsstadium der individuellen Begabung ist laut Gordon in etwa nach Vollendung des neunten Lebensjahres abgeschlossen (Gordon 2012, S.46ff).

Das Ergebnis dieser Phase sei eine sogenannte *stabilisierte musikalische Begabung*. Hierbei handle es sich um ein Begabungsniveau, welches für den Rest des Lebens die zu erreichenden musikalischen Lernerfolge bestimme. Das Niveau der Begabungsentfaltung, das in der Phase bis zum neunten Lebensjahr erreicht werden konnte, bestimme, inwieweit musikalische Unterweisung nach dem neunten Lebensjahr erfolgreich zur Entwicklung musikalischer Kompetenzen beitragen könne. Kaum aber werde das erreichte Begabungsniveau voll ausgeschöpft, weshalb auch im Erwachsenenalter ungenutzte Begabungskapazitäten erfolgreich aktiviert und ausgebildet werden könnten (Gembris, 1998, S. 268f).

Den theoretischen Gedanken zu den unterschiedlichen Aspekten des musikalischen Begabungspotentials ging eine intensive Forschungstätigkeit Gordons voraus. Im Zuge dieser Arbeit entwickelte Gordon verschieden Tests zur Messung und Evaluation des Begabungspotentials bzw. des Lernerfolgs sowohl für den Zeitraum vor dem neunten Lebensjahr als auch für die darauffolgende Phase des stabilisierten Begabungspotentials (Edwin Gordon, 1986).

In Analogie zum Sprachlernen und dem schrittweisen Aufbau des Wortschatzes der Muttersprache spricht Gordon von der zentralen Bedeutung der *unterscheidenden Audiation* musikalischer Phrasen. Je höher der Grad der Unterscheidungsfähigkeit des Lernenden, je ausgeprägter die Fähigkeit, zwei gleiche tonale bzw. rhythmische Phrasen als gleich und Phrasen ungleicher Paarungen als ungleich identifizieren zu können, desto höher das zu entwickelnde musikalische Begabungspotential, so Gordon (Gordon 2013, S. 22). Diesem Grundgedanken folgend basieren die von Gordon entwickelten Begabungstests auf der Präsentation von Paarungen gleicher und ungleicher entweder tonaler oder rhythmischer Patterns und stellen entsprechende Unterscheidungsaufgaben.

7.4 Die acht Typen der Audiation

Die Fähigkeit zur Audiation besteht nach Gordon darin, Musik mental zu hören und zu verstehen, ohne dass diese gleichzeitig physikalisch präsent ist. Gordon unterscheidet weiterführend acht verschiedene Typen der Audiation, die als solche nicht hierarchisch gegliedert sind (Gordon 2012, S. 13-17; 2013, S. 22f; Gembris 1998 S. 269):

-Typ 1 *Listening to familiar and unfamiliar music* (Das Hören von bekannter sowie unbekannter Musik und das nachträgliche Erleben von Bedeutung in Bezug auf die innermusikalischen Strukturen und deren Zusammenhänge): Ähnlich der Perzeption gesprochener Sprache, wo einzelne Wörter zu sinnvollen Phrasen und Sätzen verknüpft werden, sei der Prozess dieses Audiationstypes dadurch bestimmt, einzelne musikalische Elemente in eine syntaktische Ordnung zu bringen. Dieser teils bewusste, teils unbewusste Vorgang zeichne sich parallel zum auditiven

Sprachverstehen, neben durchaus vorhandenen Unterschieden, dadurch aus, dass für die syntaktische Einordnung besonders relevante tonale oder rhythmische Informationen bevorzugt und weniger relevante Elemente nachrangig verarbeitet würden (Gordon 2012, S. 14).

- Typ 2 *Reading familiar and unfamiliar music* (Das Verstehen von musikalischen Strukturen und deren Zusammenhängen durch das Lesen notierter Musik): Dieser Audiationstyp, das Lesen bekannter und unbekannter notierter Musik, beschreibt den Vorgang, akustisch nicht präsente Musik auf der Grundlage ihres Notentextes zu lesen und zu audiierten, d.h. essentielle und weniger essentielle tonale und rhythmische Informationen des Notentextes in sinnvolle Phrasen einzuteilen und syntaktisch zu segmentieren. Dies geschehe vereinfacht gesagt immer dann, wenn wir während des Spielens, stillen Lesens oder Dirigierens auf der Grundlage des notierten Materials das klingende Material mental voraushören (ebd. S. 15f).

- Typ 3 *Writing familiar and unfamiliar music in dictation* (Das Verstehen von Musik, welches sich durch die Fertigkeit der musikalischen Notation im Allgemeinen ausdrückt): Hier handle es sich in gewisser Hinsicht um den umgekehrten Prozess des zweiten Audiationstyps, indem auditiv wahrgenommene musikalische Sequenzen in einen Notentext übersetzt würden. Um diesen Transfer zu leisten, müsse das gehörte Material zunächst audiiert werden, d.h. essentielle und weniger essentielle tonale oder rhythmische Informationen müssten erkannt und entsprechend geordnet werden (ebd. S. 16).

- Typ 4 *Recalling and performing familiar music from memory* (Das Erinnern von zuvor gehörter Musik und deren physische Umsetzung ohne die Zuhilfenahme von Noten): Der Audiationstyp liege z.B. vor, wenn wir bekannte Musik oder bekannte musi-

kalische Pattern bewusst erinnern und diese dann mental hören und instrumental oder vokal umsetzen. Diese Form des Erinnerns (music memory) sei zu unterscheiden von den Erinnerungsleistungen, die sich etwa auf das Muskelgedächtnis der Finger stützten (ebd. S.16).

- Typ 5 *Recalling and writing familiar music from memory* (Das Erinnern von zuvor gehörter Musik und deren anschließende Notation): Hier liege im ersten Schritt der gleiche Prozess des vorherigen Audiationstyps, das Erinnern des Materials und dessen mentale Organisation (music memory), vor. Der Unterschied bestehe lediglich darin, dass die audiierte Musik daraufhin nicht praktisch umgesetzt und hörbar gemacht, sondern notiert werde (ebd. S. 16).

-Typ 6 *Creating or improvising unfamiliar music while performing or in silence* (Die Neuschöpfung von Musik in Form von mentaler bzw. physischer Komposition oder Improvisation): Auch dieser Audiationstyp folge dem grundsätzlichen Prinzip, essentielle von weniger essentiellen musikalischen Informationen zu unterscheiden und in eine adäquate syntaktische Ordnung zu bringen. Dies geschehe während der Kreation oder Improvisation von Musik unter der Verwendung bekannter und neuer tonaler oder rhythmischer Patterns, indem zunächst essentielle Elemente bevorzugt und weniger essentielle Elemente nachgeordnet zu vollständigen Patterns zusammengeführt würden (ebd. S. 17).

- Typ 7 *Reading and creating or improvising unfamiliar music* (Das Lesen notierter unbekannter oder bekannter und die Kreation oder Improvisation von Musik): Der Audiationstyp 7 beschreibt den Vorgang des Lesens unbekannter Notentexte und die parallele Kreation oder Improvisation neuer, sowohl mentaler als auch physisch hörbarer musikalischer Sequenzen (ebd. S. 17).

- Typ 8 *Writing and creating or improvising unfamiliar music* (Das Notieren bekannter oder unbekannter und das gleichzeitige Kreieren oder Improvisieren von Musik): Hiermit, so Gordon, sei der Prozess des Notierens bekannter oder unbekannter Musik und die gleichzeitige Schöpfung oder Improvisation von Musik gemeint. Dieser Audiationstyp schließe die notationsbedingte Audiation (*notational audiation*) ein (ebd. S. 17)

Allen Typen der Audiation ist deren Basiskompetenz, das mentale Hören und Verstehen von physikalisch nicht präsenter Musik gemein. Unterschieden werden die einzelnen Typen durch die Faktoren Gedächtnis, Notation bzw. Notenlesen, Kreativität bzw. Improvisationsfähigkeit und aktives Musizieren.

Im Falle der Audiationstypen 7 und 8, die das Audiieren notierter bzw. das Notieren audierter Musik beinhalten, spricht Gordon von *notational audiation*. Verglichen mit dem bloßen Lesen notierter Musik oder deren Notation schließt *notational audiation* stets das syntaktische Verstehen ein: Notierte Musik wird audiiert, wenn sie innerlich gehört wird, d.h. eine Klangvorstellung hervorruft, und ihre syntaktischen Bezüge identifiziert und verstanden werden (Süberkrüb 2014, S. 14f).

7.5 Die Stufen der Audiation

Als den Typen der Audiation vorausgehend nimmt Gordon verschiedene aufeinander folgende, hierarchisch gegliederte Stufen an, die einen graduellen Unterschied zunehmender Komplexität und Vervollkommnung der Audiationsfähigkeit darstellen sollen. Die optimale Basis für die spätere formelle Ausbildung der Audiationsfähigkeit bilde aber zunächst die *preparatory audiation*, die informelle musikalische Unterweisung als Äquivalent zum Prozess des Erwerbs der Muttersprache.

7.5.1 Preparatory Audiation und ihre Typen

Die *preparatory audiation*, die vorbereitende Audiation, beschreibt die Phase der geplanten und ungeplanten informellen musikalischen Unterweisung, von der Geburt bis hin zum sechsten Lebensjahr. Vergleichbar mit dem Erwerb der Muttersprache innerhalb der frühkindlichen Entwicklung ist hier eine musikalische Unterweisung in nicht formeller Weise vorgesehen (Gordon 2013, S.3f).

Gordon hält es in diesem Zusammenhang für förderlich, Eltern heranwachsender Kinder mit den Mitteln und Möglichkeiten einer informellen musikalischen Unterweisung vertraut zu machen bzw. im Rahmen von Eltern-Kind-Gruppen Raum für entsprechende Erfahrung durch professionelle musikpädagogische Begleitung zu schaffen. Je früher das heranwachsende Kind Zugang zu einer kompetenten, informellen musikalischen Unterweisung erhalte, so Gordon, desto reichhaltiger werde es das Entwicklungspotenzial seiner musikalischen Begabung ausschöpfen können (Süberkrüb 2014, S.11; Gordon 2013).

Gordon geht in Anlehnung an das Sprachlernen von einem Modell aus fünf zu entwickelnden Wortschätzen (*vocabularies*) aus, welches ebenfalls für das Musiklernen gelte. Unterschieden werden der Hörwortschatz (*listening vocabulay*), Sprechwortschatz (*speaking vocabulary*), Denkwortschatz (*thinking vocabulary*), Lesewortschatz (*reading vocabulary*) und Schreibwortschatz (*writing vocabulary*). Je differenzierter der Hörwortschatz, so Gordon, desto entwicklungsfähiger seien darauffolgend alle anderen Wortschätze. Ein Kind, das bereits früh einen hohen Differenzierungsgrad innerhalb seines Hörwortschatzes aufweise, wird im Laufe der Sprachgenese eine gesteigerte Sprachkompetenz gegenüber denjenigen zeigen, die aus mangelnder Stimula-

tion in der frühen Kindheit einen vergleichsweise weniger reichhaltigen Hörwortschatz ausgebildet hätten (Gordon 2013, S. 5).

Gleiches sei für das Feld des Musiklernens gültig. Für die Praxis empfiehlt Gordon Säuglingen bzw. Kleinkindern innerhalb der ersten achtzehn Monate ein möglichst differenziertes Hörvokabular durch Darbietung kurzer Patterns unterschiedlicher Tonalität anzubieten. Hiermit sind bei Gordon in der Regel improvisierte Sequenzen in den verschiedenen Kirchentonarten gemeint. Wichtig sei es, entsprechende Sequenzen auf neutralen Silben umzusetzen und nicht etwa mit Liedtexten versehenes Material darzubieten, da die Fokussierung auf sprachliche Stimuli diejenige auf musikalische in den frühen Stadien des Spracherwerbs allzu schnell dominiere. Geeignet sei zudem ein Silbenrepertoire, das der Altersstufe entspreche, in Bezug auf das sogenannten Brabbeln (*babbling*) im Babyalter rät Gordon zur Verwendung von Labiallauten, die überwiegend im vorderen Mundbereich produziert werden (*labial syllables*) (Gordon 2013, S. 5f.)

In diesem von Gordon auch als *Babbling*-Phase bezeichneten Abschnitt, sollten neben den tonalen auch rhythmische Patterns nach dem Prinzip des *rhythm chanting* auf neutralen Silben dargeboten werden. In der rhythmischen Bedingung solle zudem darauf geachtet werden, die rhythmischen Patterns mit korrespondierenden und möglichst flüssigen Bewegungen zu unterstützen. Hierdurch und durch die altersadäquaten Labiallaute solle die Hürde der freien Partizipation der Zuhörenden möglichst gering gehalten werden, wenngleich weder die Erwartung noch die Zielsetzung darin bestehe, dass die Heranwachsenden in der Phase des *Babbling* zwingend tonal oder rhythmisch aktiv würden (ebd. S. 7f).

Das übergeordnete Ziel sei hingegen der Aufbau des Hörvokabulars und die Möglichkeit, verschiedene tonale und rhythmische

Patterns voneinander zu unterscheiden bzw. Ähnlichkeiten wahrzunehmen. Die musikpädagogische Absicht besteht bei Gordon darin, musikalische Kontexte zu etablieren. Hier zieht er abermals den Vergleich zwischen dem frühkindlichen Spracherwerb, der vor allem über die Wahrnehmung des sprachlichen Kontextes und nicht über die Extraktion der Bedeutung isolierter Wörter funktioniert. Gleiches sei für das Musikklernen anzunehmen: Nicht die exakte Intonation eines isolierten Tones, sondern dessen Relation zu anderen Tönen, die Beziehung innerhalb der Tonalität seien das Material, aus dem das musikklernde Individuum Regelmäßigkeiten extrahiere und Schritt für Schritt seinen Hörwortschatz ausbilde. Gordon geht in Analogie zum Erwerb der Muttersprache sequenziell vor: Zunächst solle ein möglichst reichhaltiges Hörvokabular ausgebildet und erst im Anschluss konkrete Aufforderung zur Imitation gegeben werden (ebd. S. 33). Es liegt im Ermessen des Darbietenden, wann er den Schritt in die nächste Lernsequenz für angebracht hält. Schließlich komme es stets auf einen praktischen Versuch an, um zu entscheiden, ob innerhalb der Abfolge der Lernsequenzen vorangeschritten werden kann oder ggf. zu einer vorhergehenden Sequenz zurückzukehren ist.

Grundlage der *Preperatory Audiation* sind die oben genannten fünf unterschiedlichen Hörwortschätze. Die vorbereitende Audiation ist diejenige Phase, die sich der Entwicklung der Wortschätze des Hörens und des Sprechens widmet. Sie bilden wiederum die Voraussetzung für den Wortschatz des Denkens, also die Fähigkeit der Audiation, so Gordon. Bestehe die Gelegenheit, Vorschulkinder in der Phase der vorbereitenden Audiation zu unterweisen, solle zunächst der Hör- und erst darauffolgend der Sprechwortschatz entwickelt werden. Dies sei sequenziell betrachtet die beste Voraussetzung, das individuelle Begabungspotential zu entwickeln (Gordon 2013, S. 33f). Sollte diese Gele-

genheit nicht gegeben sein, da man es mit Lernenden höherer Altersstufen zu tun hat, die kein Training zur vorbereitenden Audiation erhalten haben, müsse man Hör- und Sprechwortschatz innerhalb einer gemeinsamen Lernsequenz unterrichten (siehe Skill Learning, Aural/Oral). Hierfür sei es trotz stabilisierter Begabung auch im höheren Alter nie zu spät.

Gordon unterscheidet drei hierarchisch aufsteigende Typen der vorbereitenden Audiation, die er jeweils in zwei bis drei Stufen untergliedert und welche mit unterschiedlich entwickelten Bewusstseinsstufen der frühkindlichen Entwicklung korrespondieren sollen. Die jeweiligen Angaben zum Lebensjahr sind als ungefähre Zeitspanne aufzufassen (Gordon 2013, S. 32, Übersetzung durch den Autor):

1.) *Akkulturation (acculturation)*, Typ der vorbereitenden Audiation bei Kindern von Geburt bis zum Lebensjahr zwei bis vier, der sich durch eine mehr oder weniger bewusste Wahrnehmung des Umfeldes auszeichnet. Unterschieden werden die Stufen:

a) *Absorption (absorption)*, Phase, in der das Kind musikalische Stimuli der Umgebung hört und akustisch wahrnimmt

b) *Beliebige Reaktion (random response)*, das Kind bewegt sich zu und reagiert mit den lautlichen Mitteln der Lallphase (babble) zufällig auf musikalische Stimuli der Umgebung

c) *Zielgerichtete Reaktion (purposeful response)*, Phase, in der das Kind versucht, Bewegungen und Laute den musikalischen Stimuli des Umfeldes anzupassen

2.) *Imitation (imitation)*, Typ der vorbereitenden Audiation in etwa zwischen dem zweiten und fünften Lebensjahr, der mit dem Charakteristikum einhergehe, vornehmlich das Umfeld und weniger das eigene Selbst bewusst wahrzunehmen. Hier werden zwei Stufen unterschieden:

a) *Loslösende Egozentrität (shedding egocentricity)*, beschreibt die Phase der Wahrnehmung, dass die eigene Bewegung und lautliche Äußerung nicht zusammen passen

b) *Dechiffrierung (breaking the code)*, Phase, in der das Kind die Fähigkeit aufweist, musikalische Reize mehr oder weniger präzise zu imitieren

3.) *Assimilation (assimilation)*, dritter Typ der vorbereitenden Audiation, der im Gegensatz zu der auf die Umwelt fokussierten Bewusstseinsphase der Imitation mit der Fähigkeit einhergeht, das eigene Selbst bewusst wahrzunehmen. Die zwei voneinander zu unterscheidenden Stufen sind:

a) *Introspektion (introspection)*, beschreibt die Fähigkeit, Unstimmigkeiten zwischen tonalem und rhythmischem Singen (singing/rhythmic chanting), Bewegung und Atmung bewusst wahrzunehmen

b) *Koordination (coordination)*, Phase, in der das Kind in der Lage ist, tonalen bzw. rhythmischen Gesang mit Bewegung und Atmung zu koordinieren

7.5.2 Lernstufen der Audiation

Auf die *preparatory audiation* folgt die Entwicklung der bereits erwähnten *Stufen der Audiation (stages of audiation)*, auch Lernstufen genannt, hier in einer von Gordon systematisierten Darstellung (Gordon 2013, S. 23; 2012, S. 18f):

1.) *Momentary retention* (vorübergehendes Behalten musikalischer Bezüge)

2.) *Initiating an audiating tonal patterns and rhythm patterns and*

recognizing and identifying tonal center and macrobeats (gehörte Patterns reproduzieren und audieren sowie Explikation von Grundton bzw. Makrobeat)

3.) *Establishing objective and subjective tonality and meter* (Explikation einer objektiven und subjektiven Tonalität bzw. eines Metrums)

4.) *Retaining in audiation tonal patterns and rhythm patterns that have been organized* (bewusstes Erinnern tonaler und rhythmischer Patterns durch Audiation)

5.) *Recalling patterns organized and audiated in other pieces of music* (bewusstes Wiedererinnern audierter tonaler und rhythmischer Patterns musikalischen Materials jenseits der dargebotenen Lernsequenzen)

6.) *Anticipating and predicting tonal and rhythm patterns* (bewusstes Vorhersagen tonaler und rhythmischer Patterns)

7.5.3 Lernsequenzen - Learning Sequences

An seine theoretischen Ausführungen und den Ergebnissen der Begabungs- und Achievement-Tests anknüpfend, entwirft Gordon tonale und rhythmische Lernsequenzen, die dem Begabungspotential und den entwickelten musikalischen Fähigkeiten der Lernenden entsprechen sollen. Die *Music Learning Theory* selbst sei jedoch weder eine Methode noch eine explizite Theorie des praktischen Unterrichtens, sondern habe vielmehr einen gewissen Einfluss auf diese, indem sie Erklärungen biete, wie Musiklernen von statten gehe (Gordon 2012, S. 25).

Dennoch unterbreitet Gordon konkrete Vorschläge, wie die Ent-

wicklung des Begabungspotentials im Idealfall in der musikpädagogischen Praxis umgesetzt werden könne. Diese praktischen Vorschläge (*practical applications*) der Music Learning Theory sind in verschiedenen Lernsequenzen systematisiert. Um das Programm der Lernsequenzen anwenden zu können, müssten die Lernenden zunächst einige Grundvoraussetzungen erfüllen, die unter günstigen Bedingungen bereits in der Phase der *Preparatory Audiation* ausgebildet werden sollten. Hierzu gehörten die praktische Identifikation des Grundtons und des Metrums durch selbstständiges Singen bzw. den metrischen Schwerpunkten folgenden Bewegungen. Eine theoretische Bestimmung von Grundton und Metrum sei hingegen nicht erforderlich (Gordon 2013, S. 29-37; Süberkrüb 2014, S. 20f).

7.5.4 Skill Learning Sequence

In dieser ersten Lernsequenz sollen Fähigkeiten aufgebaut werden, die für den weiteren Lernprozess elementar vorausgesetzt werden. Gordon differenziert zwischen Unterscheidungslernen (*discrimination learning*) und Inferenzlernen (*inference learning*).

Unterscheidungslernen

Innerhalb der Phase des Unterscheidungslernens werden fünf hierarchisch gegliederte Stufen angenommen (Gordon 2012, S. 98; Süberkrüb 2014, S. 22-34).

1.) Auditiv Wahrnehmen und oral Wiedergeben (Aural/Oral):

Die Stufe des Hörens tonaler und rhythmischer Patterns und deren Wiedergabe durch Singen oder korrespondierende Bewegungen bildet die erste Lernstufe der *Skill Learning Sequence*

und beinhaltet die grundständigen Elemente des Unterscheidungs- sowie des Inferenzlernens. In der auditiven Bedingung (aural learning) werde ein Vokabular tonaler und rhythmischer Patterns erworben, das in Kombination mit der Bedingung der oralen Wiedergabe musikalisch artikuliert sowie mit entsprechenden Bewegung unterstützt werden solle (Gordon 2012, S. 97f). Wichtig sei es zu beachten, dass die Wiedergabe der Patterns durch den Lernenden nicht auf der Stufe bloßer Imitation stehen bleibe. Hierzu sei es hilfreich, schon beim Aufbau des Hörwortschatzes auf entsprechende Pausen zwischen der Darbietung der Patterns zu achten. So müsse der Lernende bei der Wiedergabe zuvor dargebotener Patterns nach einer entsprechenden Pause zunächst innerlich voraushören um reflexhafte Automatismen zu vermeiden.

Auf der ersten Stufe des Unterscheidungslernens, auf der die Lernenden mit einem Vokabular tonaler und rhythmischer Patterns vertraut gemacht werden sollen, werden ausschließlich neutrale Silben zur Wiedergabe verwendet, die keine weitere Kategorisierung implizieren (ebd. S. 104).

2.) Verbale Verknüpfung (verbal association):

Auf dieser Stufe werden bekannte tonale und rhythmische Patterns mit den Silben der relativen Solmisation bzw. durch die von Gordon entwickelten Rhythmusilben wiedergegeben. Mit der Anwendung der Silben finde durch die Verknüpfung von Silben und vertrauten musikalischen Patterns gleichzeitig eine mehr oder weniger explizite Kategorisierung des Materials statt (ebd. S. 103f). Erst auf dieser Stufe werden Phänomene wie Moll und Dur oder Tonika und Dominante bzw. Mikro- und Makrobeat oder diverse Taktarten benannt. Eine Erklärung bzw. musiktheoretische Herleitung der Begrifflichkeiten erfolgt jedoch erst auf der letzten Stufe des Inferenzlernens und wird zunächst bewusst

vermieden (ebd. S. 106).

Die verbale Assoziation ermögliche, im Gegensatz zu der Audiation vertrauter Patterns auf ausschließlich neutralen Silben auf der ersten Stufe, eine stabile Repräsentation des Vokabulars. Die Ausprägung der Audiationsfähigkeit sei zudem nicht einseitig abhängig von dem individuellen Begabungspotential des Lernenden, sondern gewinne gerade auch durch ein möglichst großes Vokabular an gehörten und praktizierten tonalen und rhythmischen Patterns an Vielseitigkeit (ebd. S. 99). Zudem erhalte der Schüler mit der Solmisation ein Werkzeug, tonale und rhythmische Patterns selbstständiger zu erlernen, sei somit also weniger abhängig von der Vorgabe durch die Lehrperson.

Gordon verweist auch hier auf strukturelle Gemeinsamkeiten des Sprach- und Musikhernens, wenn er betont, dass es nicht darum gehe, alle je benötigten Patterns auswendig zu lernen, sondern vielmehr darum, ein ausreichend großes Repertoire aufzubauen, um neue Patterns selbstständig zu erlernen, ähnlich der logischen Ableitung von Wörtern aus Wortstämmen und Suffixen (ebd. S. 106).

3.) Partielle Synthese (partial synthesis):

Auf der Stufe der partiellen Synthese werden die vorherigen beiden Stufen zusammengeführt. Nicht nur werden gleiche bereits bekannte tonale und rhythmische Patterns mit unbekannten Patterns kombiniert und so in einen neuen Kontext gestellt, auch sollen Patterns nach den Kriterien des Metrums und der Tonalität selbstständig syntaktisch eingeordnet werden. Dies wird auf den vorherigen beiden Stufen bewusst vermieden, indem der Grundton bzw. die Makrobeatstruktur stets durch den Unterrichtenden vorgegeben wird (Süberkrüb 2014, S. 30f).

4.) Symbolverknüpfung (symbolic association):

Auf dieser Stufe des Unterscheidungslearnens werden vertraute Patterns mit Notensymbolen verknüpft. Hierbei seien die Beispiele zunächst möglichst einfach zu wählen und von dem Unterrichtenden vorzusingen. Indem die Lernenden die notierten Sequenzen hören, selbst singen und gleichzeitig visualisieren, solle unter Verwendung der bereits gelernten tonalen und rhythmischen Silben erstmals notationsbezogen audiiert werden.

Erneut werden entsprechende Fachbegriffe, etwa die Bezeichnung der Vorzeichenschlüssel, nur soweit als nötig benannt bzw. erklärt und bewusst nicht musiktheoretisch hergeleitet. Hierbei unterscheidet Gordon zwischen der gehörten Tonart (keyality) und der notierten Tonartvorzeichnung (key signature), die je eine Dur- und deren parallele Moll-Tonart repräsentieren kann (Gordon 2012, S. 149f; Süberkrüb 2014, S. 33).

5.) Gesamtsynthese (composite synthesis):

Auf der letzten Stufe des Unterscheidungslearnens schließlich sollen alle auf den vorhergehenden Stufen entwickelten Fertigkeiten zusammengeführt werden. Die auf Stufe eins bis drei erworbenen Fähigkeiten zur syntaktischen Einordnung bekannter und vertrauter Patterns unter Verwendung vorgegebener Silben sollen mit der auf Stufe vier etablierten Symbolverknüpfung stabil verbunden werden. Ziel ist es, notierte bekannte Patterns zu lesen und zu audiiieren sowie diese selbstständig notieren zu können (Süberkrüb 2014, S. 33).

Inferenzlernen

Die Phase des Inferenzlearnens gliedert sich in drei Bereiche: Generalisierung (generalization), Kreativität und Improvisation (creativity and improvisation) sowie theoretisches Verstehen (theoretical understanding). Die drei Bereiche wiederum weisen

erneut eine Stufengliederung auf. Die einzelnen Stufen und Unterstufen haben die gleichen Bezeichnungen wie ihre Äquivalente innerhalb des Unterscheidungslernens.

Das Inferenzlernen setzt als zweite Phase der *Skill Learning Sequence* auf die Integration neuer und unbekannter Patterns, Tonarten und Metren, die durch die zuvor erworbenen Fertigkeiten inhaltlich mit zunehmender Selbstständigkeit erschlossen werden sollen. Gordon erinnert daran, dass der Lehrende den Schülern in der Phase des Unterscheidungslernens klar vorgebe, was gelernt und wie gelernt werden solle. Während des Inferenzlernens hingegen gehe es darum, das selbstständige Lernen durch entsprechende Anleitung zu lehren (Gordon 2012, S. 129; Süberkrüb 2014, S. 34).

1.) Generalisieren (Generalization):

Die erste Stufe dieses Lernbereichs wird in Anlehnung an das Unterscheidungslernen als Aural/Oral-Learning bezeichnet. Auf dieser Stufe werden bekannte und neue Patterns kombiniert und durch die Lehrperson vorgetragen. Die Lernenden sind aufgefordert, diese zu wiederholen. Im Gegensatz zur äquivalenten Stufe innerhalb des Unterscheidungslernens wird das musikalische Material lediglich einmal dargeboten. Hier verweist Gordon auf den Unterschied zwischen Imitation, die dem Entwicklungsstand der ersten Stufe des Unterscheidungslernens entspreche, und Wiederholung, der selbstständigen Wiedergabe vertrauter und unbekannter Patterns und Patternkombinationen nach einmaligem Hören. Sind die Lernenden hierzu nicht in der Lage, sei dies Anlass, zu der ersten Stufe des Unterscheidungslernens zurückzukehren und die entsprechenden Defizite auszugleichen (Gordon 2012, S. 132; Süberkrüb 2014, S. 34f).

Die zweite Stufe widmet sich dem Prozess der *Verbalverknüpfung*. Hier besteht das Anliegen darin, die Lernenden zur selbst-

ständigen Anwendung der Rhythmus- und Solmisationssilben zu befähigen. Die neuen und bekannten tonalen bzw. rhythmischen Patterns werden von der Lehrperson durch neutrale Silben vorgegeben. Die Schüler sind aufgefordert, das gehörte Material unter Zuhilfenahme der erlernten Silben zu wiederholen. Ferner sollten die Lernenden in der Lage sein, Tonart und Metrum des Patternmaterials selbstständig zu bestimmen (Süberkrüb 2014, S. 35).

Gordon betont wiederholt, dass es unangebracht sei, denjenigen Schülern, die der selbstständigen Anwendung der Silben noch nicht fähig sind, aus pädagogischer Ungeduld heraus Hilfestellungen zu geben, die auf der jeweiligen Stufe inadäquat seien. Stattdessen solle auf die entsprechenden Stufen des Unterscheidungslernens bzw. zu der ersten Stufe des Inferenzlernens zurückgekehrt werden. Dies sei auch in allen vergleichbaren Fällen während des Prozesses des musikalischen Lernens vorzuziehen (Gordon 2012, S. 132f).

Auf der Stufe der Symbolverknüpfung sollen neue und bekannte notierte Patterns in unterschiedlichen Kombinationen audiiert und gehörte Patterns selbstständig notiert werden. Die Unterstufe des Lesens, auf der die notationsbezogene Audiation vertieft werden soll, verlangt das selbstständige Audiieren einer Kombination aus vertrauten und unbekannten Patterns ohne Unterstützung des Lehrers inklusive der Bestimmung von Tonart und Metrum. Die zweite Unterstufe widmet sich der Notation von Kombinationen bekannter und unbekannter Patterns und setzt auf den Transfer von Merkmalen des bereits erworbenen Vokabulars auf neue Patterns sowie die Anwendung der auf Stufe vier des Unterscheidungslernens erlangten Fertigkeiten (Gordon 2012, S. 134; Süberkrüb 2014, S. 35).

2.) Kreativität und Improvisation (creativity and improvisation):

Der zweite Bereich des Inferenzlernens teilt sich in zwei Stufen: Auf der Stufe *Hören und Wiedergeben (aural/oral)* werden in einer musikalischen Frage-Antwort-Situation bekannte und unbekannte Patternkombinationen auf neutralen Silben durch den Lehrenden dargeboten. Die Schüler erwidern diese durch bekannte oder neue Patterns, ebenfalls auf neutralen Silben, mit der Einschränkung, dass diese in der tonalen Bedingung den dargebotenen Kombinationen bezogen auf die Anzahl der verwendeten Patterns gleichen. Für die rhythmische Bedingung gilt diese Vorgabe nicht. Die durch die Lehrkraft dargebotenen tonalen Patterns haben hierbei jeweils die gleichen Notenwerte und die rhythmischen Patterns jeweils die gleiche Tonhöhe. (Gordon 2012, S. 138f).

Der Stufe des symbolischen Lernens (*symbolic learning*) des Bereiches Kreativität und Improvisation unterstehen zwei weitere Stufen. Auf der ersten Unterstufe sollen die Lernenden Akkordsymbole oder Generalbass (*figured bass*) lesen und audiierten sowie nach Erfassen der Tonart passende Patterns darbieten. Eine entsprechende Unterstufe (*reading*) in der rhythmischen Bedingung ist nicht vorgesehen. Die zweite Unterstufe (*writing*) ist auf das Notieren neuer Patterns und Patternkombinationen ausgerichtet und sowohl für die rhythmische als auch die tonale Bedingung umzusetzen (Gordon 2012, S. 138f; Süberkrüb 2014, S. 36f).

3. Theoretisches Verstehen (Theoretical Understanding):

Das Thema theoretisches Verstehen umfasst den dritten Bereich des Inferenzlernens und gleichzeitig den letzten, der *Skill Learning Sequences* insgesamt. Bei diesem Thema verweist Gordon, neben der aus seiner *Music Learning Theory* folgenden curricularen Zuweisung, auch auf den generellen Stellenwert der Musiktheorie für den praktizierenden Musiker, wie er sich aus musik-

pädagogischer Sicht darstelle: Um Musik zu audiierten, darzubieten, zu lesen, zu kreieren und zu improvisieren, sei keinerlei musiktheoretisches Hintergrundwissen im klassischen Sinn erforderlich. Vielmehr sei es kontraproduktiv, Schüler mit musiktheoretischen Zusammenhängen zu konfrontieren, bevor diese als Klangvorstellung etabliert seien sowie audiiert werden könnten. Erst wenn alle vorherigen Stufen der *Skill Learning Sequences* vollständig durchschritten sind, seien aus Sicht der *Musik Learning Theory* die Voraussetzungen für das theoretische Verstehen musikalischer Zusammenhänge erfüllt (Gordon 2012, S.140ff). Oder wie Gordon es zusammenfasst:

„To teach audiation is to teach through the ear. To teach symbols and intellectual understanding is to teach through the eye. (...) The ear must be taught before the eye if the eye is to take meaning from the printed page of notation or from a lecture, with or without recordings.“ (Gordon 2012, S. 144)

7.5.5 Rhythm und Tonal Learning Sequence

Neben der *Skill Learning Sequence*, die die musikalischen Grundfertigkeiten der Lernenden in einem sequenziellen Curriculum ausbilden soll, hat Gordon weitere Lernsequenzen ausgearbeitet. Die als *Rhythm-* und *Tonal Learning Sequences* bezeichneten Lernsequenzen sollen die erlangten musikalischen Fertigkeiten zu vertieften rhythmischen und tonalen Fähigkeiten weiterentwickeln. Die *Skill Learning Sequence* einerseits und die *Rhythm-* und *Tonal Learning Sequences* auf der anderen Seite bilden zwei nivellierte und sich ergänzende Lernpfade. Die jeweiligen Stufen der unterschiedlichen Lernsequenzen sind so aneinander angepasst, dass Fertigkeiten einer bestimmten Stufe der *Skill Learning Sequence* mit Inhalten einer entsprechenden Stufe

der tonalen bzw. rhythmischen Lernsequenz korrespondieren und parallel unterrichtet werden können.

Rhythm Learning Sequence

Die Rhythm Learning Sequence, ein Curriculum rhythmischer Lerninhalte, kann als Empfehlung aufgefasst werden, in welcher Abfolge die unterschiedlichen Aspekte des musikalischen Rhythmus unterrichtet und interpretiert werden sollten. Gordon setzt zu diesem Zweck auf definierte Rhythmusilben, die die Makro- und Mikrobeatebene markieren: Die Grundschräge eines Taktes, die Makrobeats, werden mit der Silbe „du“ markiert. Die Beats pro Makrobeat eines Taktes, die Mikrobeats, erhalten bei zweigliedrigen Unterteilungen des Makrobeats die Silbe „dej“ und bei dreigliedrigen Unterteilungen die aufeinanderfolgenden Silben „da,di“. Unterteilungen zwischen den Mikrobeats werden mit der Silbe „ta“ markiert. Diese Systematik gilt allerdings nur für Zwei-, Drei- und Vierviertel- sowie für Sechssteltakte. Bei Metren, die z.B. fünf oder sieben Makrobeats aufweisen, werden die Makrobeats in mindestens zwei Gruppen geteilt, die entweder aus zwei oder drei Makrobeats bestehen und deren erster Makrobeat mit „du“ markiert wird. Bei Zweiergruppen aus Makrobeats, z.B. innerhalb eines Fünf- oder Sechsteltaktes, wird der zweite Makrobeat mit „dej“ und bei Dreiergruppen die weiteren Makrobeats aufeinanderfolgend mit „ba,bi“ markiert. Die Mikrobeatebene wird dann mit der Silbe „ta“ ausgedrückt (Gordon 2012, S. 173-183).

Die auf die Makro- und Mikrobeatebenen verweisenden Silben spiegeln die Funktionen der Beats innerhalb eines Taktes wieder. Rhythmen, die auf diesen Rhythmussebenen aufsetzen, werden bei Gordon als *melodic rhythm* bezeichnet (ebd.).

Tonal Learning Sequence

In der tonalen Lernsequenz schlägt Gordon ebenfalls ein stufenweises Erlernen der Inhalte vor. Hierfür sind zunächst die in der *Music Learning Theory* in teilweise abweichender Form verwendeten Begriffe *tonality*, *keyality* und *key signature* zu berücksichtigen. Die *keyality* beschreibe den absoluten Tonnamen des Grundtons der Tonika. Der Grundton einer Tonalität (*tonality*) hingegen beziehe sich auf deren Funktion und somit dessen relativen Tonnamen und wird in diesem Fall auch *resting tone* genannt. Die *key signature* wiederum bezeichne ausschließlich die schriftlich fixierte Tonartvorzeichnung (Gordon 2012, S. 149f).

Beginnend mit Tonika- und Dominantfunktionen in Dur und Moll, über die jeweiligen Kirchentonarten und deren Funktionen bis hin zu polytonalen Patterns entwirft Gordon ein sequenzielles Curriculum tonaler Inhalte mit aufsteigenden Schwierigkeitsgraden. Gordon hat zudem ein Handbuch für den Gebrauch tonaler Patterns der tonal learning sequence in der Praxis publiziert, die den Lehrenden als Orientierung dienen soll (E. Gordon, 2001).

Pattern Learning Sequence

Die Pattern Learning Sequences gibt den Lernenden auf den jeweiligen Lernstufen die Möglichkeit, ihre erworbenen Fertigkeiten zu vertiefen. Hierzu werden für jede Lernstufe Lernsequenzen in drei Schwierigkeitsgraden angeboten. Die Pattern Learning Sequence stellt demnach neben den auf einander abgestimmten Lernpfaden der Skill- bzw. Tonal- und Rhythm Learning Sequences ein flankierendes Angebot dar, das auf das unterschiedliche Niveau der Lernenden auf einer jeweiligen Stufen einzugehen versucht. Ziel ist eine zusätzliche, am Lernstand orientierte Förderung des Schülers (Gordon 2012, S. 217f).

7.6 Music Learning Theory aus neurowissenschaftlicher Perspektive – Konsequenzen für die semantischen Dimensionen des Begriffs der Audiation

Die von Gordon und Anderen vorgeschlagene Orientierung des Musikkernens an der Ontogenese der Sprache scheint durch die zu beobachtenden überlappenden Verarbeitungsmechanismen naheliegend (Patel & Iversen, 2007). Die in Kapitel 1.3 dargestellten positiven Transfereffekte musikalischen Trainings in der frühen Kindheit auf diverse Sprach- und Diskriminationskompetenzen (Parbery-Clark et al., 2011; White-Schwoch, Carr, Anderson, Strait, & Kraus, 2013) bis hin zu den erwähnten Effekten frühkindlichen musikalischen Trainings auf sprachsyntaktische Leistungen (Jentschke & Koelsch 2009) illustrieren die enge Verzahnung in der Entwicklung musikalischer und sprachlicher Fähigkeiten.

Ebenso schlüssig mag zunächst die Annahme analoger sensibler Perioden des Sprach- und Musikkernens erscheinen. Die Neuroplastizität ist in den sensiblen Phasen der frühen Kindheit ungleich stärker (Knudsen, 2004) und die Theorie eines Begabungspotentials im Entwicklungsstadium sowie einer nachgelagerten Phase eines stabilisierten Begabungspotentials geht einher mit den allgemeinen Beobachtungen zur Neuroplastizität: Während der frühen Kindheit entwickelt sich die grundlegende Architektur neuronaler Netzwerke, die nach der neuroplastisch besonders sensiblen Phase eher ausgebaut als umgebaut wird (ebd.). Allerdings konnte die Annahme allzu starr gefasster Perioden der Neuroplastizität so nicht bestätigt werden. Vielmehr scheint Neuroplastizität erfahrungsabhängig zu sein und damit auch die entsprechenden Phasen des Lernens, wie etwa die vergleichsweise lange Sensibilität für das Erlernen einer Zweit-

sprache zeigt (Hensch, 2004). Zwar kann von einer maximalen Plastizität des auditorischen Kortex zwischen dem dritten und vierten Lebensjahr ausgegangen werden (Kral & Sharma, 2012; Skoe & Kraus, 2013), dennoch dauern andere grundlegende neuronale Wachstumsprozesse länger und halten mitunter bis in Phasen des frühen Erwachsenenalters an (Bava et al., 2010; Keshavan et al., 2002). Einige für das musikalische Lernen besonders relevante sensible Phasen, die die Zytoarchitektur des auditorischen Kortex betreffen, erstrecken sich gar bis ins zwölfte Lebensjahr (Moore & Guan, 2001). Weitere Untersuchungen zeigen durch aktives Musizieren ausgelöste Neuroplastizität im späteren Erwachsenenalter jenseits der sensiblen Phasen der Kindheit (Wan & Schlaug, 2010).

Die allgemeine Forderung Gordons nach einer ausreichend frühen musikalischen Unterweisung, die orientiert am Spracherwerb von auditiven Basiskompetenzen zu differenzierteren musikalischen Leistungen fortschreitet, wird grundsätzlich gestützt (Hannon & Trainor, 2007). Das Modell der fünf Wortschätze, das Gordon der *preparatory audiation* in Analogie zum Sprachlernen zugrunde legt, impliziert eine linguistisch-deterministische Position (Hör- und Sprechwortschatz *vor* Denkwortschatz), die angesichts aktueller Erkenntnisse zur kognitiven Entwicklung neu begründet werden müsste (Tomasello, 2014). Ebenso müssten die von Gordon formulierten *Typen und Stufen der vorbereitenden Audiation*, die eine unbestimmte Reaktion auf musikalische Reize in der frühen Kindheit suggerieren, die Erkenntnisse der frühkindlichen impliziten Musikperzeption einbeziehen (vgl. Kapitel 1.2 und 1.3).

In welchem Ausmaß die sequenzielle musikalische Unterweisung die Entwicklung des musikalischen Begabungspotentials in einer sensiblen Phase stimuliert, ist nicht eindeutig. Ein zunehmender Faktor in der Untersuchung der musikalischen Bega-

bung ist deren genetische Prädisposition. Ihr Einfluss ist Thema anhaltender Debatten und möglicherweise größer sowie spezifischer als gelegentlich angenommen (Levitin et al., 2004; Ukkola, Onkamo, Raijas, Karma, & Järvelä, 2009).

Die von Gordon proklamierten *Typen der Audiation* beschreiben kognitive Leistungen, bei denen musikalische Inhalte innerlich gehört und syntaktisch verstanden werden, welche zu diesem Zeitpunkt nicht mehr physikalisch präsent sind. Dies entspricht im weitesten Sinne der auditiven Imagination (*auditory imagery*) musikalischer Inhalte (Gruhn 2008, S. 186). Der zweite Typ der Audiation betrifft das Lesen und Imaginieren physikalisch nicht präsenter Musik. Brodsky und Kollegen untersuchten die Form der notationsbezogenen auditorischen Imagination anhand eines eigens entwickelten sogenannten *embedded melody task* (Brodsky et al. 2003). Hierzu wurde Musikern ein als bekannt vorausgesetztes notiertes melodisches Thema visuell präsentiert, das in eine längere notierte Phrase eingebettet war. Während des Lesens der Phrase wurden die Probanden entweder nicht abgelenkt oder mussten zusätzlich wortlos Singen bzw. einen gleichzeitig gehörten Rhythmus durch Nachklopfen imitieren. In einer vierten Bedingung hörten sie eine Aufnahme ihres eigenen Singens bzw. Klopfens aus den vorherigen Bedingungen. Im Anschluss wurde den Probanden ein Melodiebeispiel auditiv präsentiert und sie sollten entscheiden, ob es sich um das in die Phrase eingebettete handelte oder nicht. Die Ergebnisse der Untersuchungen entsprachen der vorher formulierten Hypothese, dass die phonologische Zusatzaufgabe des wortlosen Singens zu schlechteren Identifizierungsleistungen im anschließenden Melodieerkennungstest führen würde. Dies legt nahe, dass während der auditorischen Imagination notierter melodischer Sequenzen und der phonologischen Aktivität überlappende neuronale Ressourcen beteiligt sind. Eine weiterführende Studie von

Brodsky und Kollegen, die das gleiche Prinzip der *embedded melody task* verwendete, konnte darüber hinaus Hinweise auf die Beteiligung motorischerer Verarbeitungsmechanismen bei der notationsbezogenen Imagination geben (Brodsky et al. 2008). In einem daran anknüpfenden Experiment mit Schlagzeugern, in dem analog eine *embedded rhythmic task* zum Einsatz kam, konnte eine signifikant geringere Identifikationsleistung in der Bedingung des Singens beobachtet werden, obwohl die Notation keinerlei tonhöhenpezifische Information enthielt, sondern ausschließlich rhythmische Inhalte aufwies (ebd.).

Die Imagination bekannter Musik, die Gordon als Bestandteil des vierten Audiationstyps beschreiben würde, untersuchten Kraemer und Kollegen in einer fMRT-Studie (Kraemer 2005). Hierfür wurden den Probanden Exzerpte von zuvor als bekannt oder unbekannt gewerteter Musik dargeboten, mit und ohne Lyrics, in denen lautlose Phasen eingebaut waren. Während dieser lediglich wenige Sekunden andauernden stillen Phasen, in denen die Probanden sozusagen innerlich weiterhörten (imaginierten), wurde die kortikale Aktivität gemessen. Vergleichbar mit dem Hören physikalisch präsenter Musik, also während der auditiven Stimulation, war neben dem primären auditorischen Kortex auch der auditorische Assoziationskortex aktiv, abhängig davon, ob es sich um Musik mit oder ohne Text handelte: Bei bekannter Musik mit Text dominierte die Aktivität des auditiven Assoziationskortex (Brodmann Areal 22), während der primäre auditorische Kortex nur schwach bis kaum aktiv war. Bei Instrumentalmusik erstreckte sich hingegen die Aktivität bis in den primären auditorischen Kortex. Die Aktivität in den stillen Phasen nicht bekannter Musik war dagegen vergleichsweise schwach.

Eine weitere die Imagination bekannter Musik betreffende Studie wurde mit Pianisten unternommen (Bangert et al. 2006). Diese hörten zunächst passiv, d.h. ohne Bewegung der Finger, eine

Sequenz ihnen bekannter Klaviermusik. Die während dessen per fMRT erhobenen Daten zeigten Aktivierungen in Regionen des in Gedächtnisprozesse involvierten mittleren temporalen Gyrus, des in die Kontrolle von Bewegungen involvierten superioren frontalen Gyrus sowie des präzentralen Gyrus, der ebenfalls mit motorischer Aktivität in Verbindung steht. Des Weiteren zeigten sich Aktivierungen des superioren temporalen Gyrus, der die oben beschriebenen auditorischen Regionen samt dem für das Sprachverständnis relevanten Wernicke Areal beinhaltet, ebenso das in die Sprachproduktion involvierte Broca Areal sowie die in die Interpretation sensorischer Information eingebundene Region des inferioren Parietallappens. In einem anschließenden Experiment, bei dem die Pianisten die zuvor passiv gehörte Sequenz aktiv auf einer stillen Klaviatur spielten, konnte neben den Aktivierungen motorischer Areale auch solche in auditorischen Arealen gemessen werden, die verglichen mit dem ersten Experiment starke Überlappungen aufwiesen. Dies unterstreicht die Integration und Interaktion motorischer und auditiver Areale sowohl während der Imagination als auch während der auditorischen Stimulation bekannter Musik.

Die von Gordon angenommenen positiven Effekte der Audiation auf das Lernen und Erinnern musikalischer Inhalte sowie den in diesem Zusammenhang formulierten Unterschied zwischen *music memory* und *memorization* werden durch weitere Untersuchungen gestützt (Highben & Palmer 2004; Kalakoski 2007).

Der musiksemiotischen Debatte folgend unterscheidet Gordon zwischen intra- und extramusikalischer Bedeutung (*intrinsic versus extrinsic meaning*). Musikalische Bedeutung betreffe laut Gordon die internen Bezüge tonaler und rhythmischer Elemente, sei also rein syntaktisch, und ergebe sich abhängig von dem musikalischen Erfahrungshorizont des Rezipienten oder Performers. Extramusikalische Bedeutung sei assoziativ und beziehe

sich auf externe Konzepte jenseits der tatsächlichen, der intramusikalischen Bedeutung. Die Dimension extramusikalischer Bedeutung ist nicht Teil seines Audiationsbegriffes und in diesem Sinn auch für den synonym verwendeten Begriff der *Musikalität* unerheblich. Inwiefern weitere Aspekte musikalischer Begabung, z.B. emotionale Kompetenzen, in den Begriff der Musikalität einbezogen werden müssten, ist eine sich anschließende Frage (Levitin, 2012).

Gordon kritisiert, dass bei einigen Lehrkräften die Neigung bestehe, extramusikalische Bedeutung in den Vordergrund zu stellen, um eine systematische Darlegung intramusikalischer Bedeutung zu umgehen. Dies hänge im weitesten Sinne auch damit zusammen, so Gordon, dass die visuelle Ansprache in der Praxis des Musikhierlernens die auditive dominiere. Dadurch werde eher visualisiert anstatt gehört, was musikalisch verstanden werden sollte (Gordon 2012, S. 148f).

Gordons vordergründiges Anliegen, und das der *Music Learning Theory*, besteht darin, die Repräsentation auditiver musikalischer Gestalten und deren intramusikalische Bezüge vor deren graphischer Repräsentation zu etablieren (*sound before sign*). Dies scheint u.a. auch aus neurowissenschaftlicher Sicht schlüssig (Hannon & Trainor, 2007; McPherson & Gabrielsson, 2002). Die Begründung der *Sound-Before-Sign*-These durch die Analogie des kindlichen Spracherwerbs, wie sie Gordon vertritt, bedarf einer aktualisierten Begründung, die die fortschreitenden Erkenntnisse auf dem Gebiet der neuronalen Musikverarbeitung einbezieht (Gordon 2013).

Die Perzeption der Musik, zumal die kindliche, ist, wie dargestellt, nicht auf einen sensorischen Kanal beschränkt, sondern im Gegenteil mit extramusikalischen Erfahrungen verbunden. Diese mehrdimensionalen, multisensorisch integrierten Perzepte und

ihre Evokation durch musikalische Stimuli, können aus der Musikwahrnehmung nicht ausgeschlossen werden. Auch müsste begründet werden, warum einerseits multisensorische Faktoren, wie durch Körperbewegungen unterstützte rhythmische Sequenzen, als notwendig und förderlich für das Musikklernen erachtet werden, eine extramusikalische Bedeutungsebene jedoch als irrelevant für den Prozess der *Audiation* anzusehen sei (Gordon 2013). Studien, die den Zusammenhang von beat perception und Körperbewegungen bei Kleinkindern untersuchten stützen zwar einerseits Gordons Ansatz, bestätigen aber gleichzeitig die multisensorische Integration von Bewegung und auditiver Rhythmuswahrnehmung (Phillips-Silver & Trainor, 2005).

Das durchgeführte und unter Kapitel 6 beschriebene EEG-Experiment demonstriert, dass rhythmisch-musikalische Stimuli explizit und implizit semantisch verarbeitet werden. Wie das von Koelsch und Siebel erarbeitete Modell der Musikwahrnehmung illustriert, wird sowohl bereits auf unbewussten Verarbeitungsstufen der Musikperzeption als auch auf sämtlichen nachgelagerten Perzeptionsebenen extra-musikalische Bedeutung generiert: Die eingehenden auditorischen Reize werden schon auf der Stufe des Thalamus, also vor der Merkmalsextraktion und der darauffolgenden Gestaltbildung, nach akustischen Komponenten vorverarbeitet, die Gefahren signalisieren könnten (Koelsch & Siebel 2005). Die Perzeption der Musik sowie deren auditorische Imagination als eine lediglich intramusikalische Angelegenheit aufzufassen, bei der cross-modale Korrespondenzen keine Rolle spielten, müsste so gesehen neu begründet werden.

Dennoch ist die Verarbeitung intramusikalischer Beziehungen ein mindestens ebenso wichtiger Bestandteil der Musikwahrnehmung. Die Untersuchungen zur Verarbeitung musikalischer Syntax und die hirnelektrische Antwort auf musik-syntaktische Irregularitäten geben Aufschluss über die implizite und explizite

Perzeption musikalischer Formbeziehungen (Koelsch & Siebel 2005, Patel 2003).

Wie sich die auf allen Perzeptionsstufen stattfindende Bedeutungsanalyse konkret auf den Prozess der auditiven Imagination (Audiation) auswirkt, wie viel Gewicht jeweils extra- oder intramusikalischer Bedeutung innerhalb der verschiedenen Bedingungen der von Gordon proklamierten Audiationstypen beigemessen werden kann, sind Fragen, die genauerer Untersuchungen bedürfen.

Als eine der *Music Learning Theory* und dem Audiationsbegriff kritisch gegenüberstehenden Stimmen, kann stellvertretend Woodford genannt werden. Woodford vertritt die Ansicht, der Audiationsbegriff und die sequenzielle Unterweisung, wie sie innerhalb der *Music Learning Theory* angelegt sei, stehe dem eigenen Anspruch im Weg, Schüler zu selbstständigem Audiieren zu befähigen (Woodford, 1996). Durch die vorgegebene sequenzielle Hierarchie tonaler und rhythmischer Patterns sowie die rein syntaktische Bedeutungskonstitution, werde der Prozess der Audiation auf eine Art Puzzle aus prädefinierten musikalischen Elementen und deren Formbeziehungen reduziert (ebd. S.88). Die starre Vorgabe der atomistisch auseinander dividierten tonalen und rhythmischen Elemente sei indoktrinierend und behindere eine individuelle Suche nach eigenen musikalischen Erfahrungen (ebd. S.89). Woodfords Kritik wendet sich gegen den, wie er es bezeichnet, technischen Rationalismus der *Music Learning Theory* und vergleichbar starre Methoden. Stattdessen solle Musik zu größeren Anteilen kontextuell erfahren und gelernt werden, so, wie sie praktiziert werde. Kindern sollten echte musikalische Erfahrungen musikalisch bedeutungsvoller Gestalten, „meaningful musical chunks“ (ebd. S.90), nicht durch ein starres Curriculum isolierter Patterns vorenthalten werden.

Bezogen auf den vielbemühten Vergleich des Sprach- und Musiklernens erscheint die von Woodford vorgetragene Kritik nachvollziehbar. Wie dargestellt, lernen Kinder Sprache durch multisensorische Informationen und generieren Bedeutung in dieser Weise aus dem Kontext tatsächlich gesprochener Sprache. Ohne Frage ist die ontogenetische Sprachentwicklung dabei von einem adäquaten Umfeld abhängig. Jedoch heißt dies nicht, dass Eltern den Kontext gesprochener Sprache oder deren Elemente entsprechend der Sprachlernphase maximal reduzieren müssen (also z.B. in der Lallphase ausschließlich Labiallaute verwenden sollten), um Kindern einen optimalen Input zu ermöglichen. Vielmehr müssen die allgemein für die Akquise der Sprache nötigen Voraussetzungen, d.h. soziale Interaktion und emotionale Zuneigung, unterstützende Prosodie, Sprechtempo, nötige Wiederholungen sowie pragmatische Informationen gegeben sein (Angela D Friederici, 2002, 2005; Kuhl, Tsao, & Liu, 2003; Mattys et al., 1999; Trehub, 2003). Sind diese Voraussetzungen erfüllt, lernt das heranwachsende Kind seine Muttersprache unter normalen Bedingungen weitestgehend selbstständig.

Die Sorge Woodfords, dass die praktischen Konsequenzen der Music Learning Theory, würden sie starr umgesetzt, langfristig zu einem Abbau musikalischer Individualität führen würden, ist in Analogie zur Sprachgenese nachvollziehbar (Woodford 1996, S. 91f). Allerdings finden Gordons Ausführungen zur vorbereitenden Audiation, die die kontextuelle Erfahrung von Musik im frühen Kindesalter zumindest teilweise einbeziehen, keine Berücksichtigung in Woodfords Kritik.

8. Fazit

Die vorliegende Arbeit widmete sich der Frage, ob musikalische Rhythmen jenseits ihrer musik-syntaktischen Formbeziehungen semantische Konzepte aktivieren. Diese Fragestellung berührt u.a. Interessengebiete der Musikwissenschaft, Linguistik, Semiotik, Musikpädagogik, Anthropologie, Philosophie und Neurowissenschaft.

Die Prosodie beinhaltet melodische und rhythmische Elemente, die Auskunft über die Bedeutung einzelner Wörter und Sätze geben können (expressive Bedeutung) und mit ihrer syntaktischen Struktur verknüpft sind (grammatische Bedeutung). Es zeigt sich, dass prosodische Konnotationen und Akzentmuster während des frühkindlichen Spracherwerbs eine wichtige Rolle spielen. Musikalische Fähigkeiten begünstigen zudem den Prozess des Sprachlernens: Musik-syntaktische Hörerfahrungen sowie die bei musikalisch Trainierten besonders ausgeprägte Fähigkeit, einen akustischen Reizstrom in hoher Auflösung wahrzunehmen, wirken sich positiv auf die Diskrimination von Sprachlauten und auf das Sprachverständnis aus. Die Rolle der Prosodie sowie die Tragweite musikalischer Transfereffekte sind Gegenstand zahlreicher neurowissenschaftlicher Untersuchungen.

Der Begriff der *Bedeutung* wurde innerhalb der Felder der linguistischen Semantik und der Semiotik beschrieben. Jenseits der grammatischen sowie expressiven Bedeutung der Prosodie weisen Repräsentationen semantischer Konzepte stabile sensorische Komponenten auf. Die multisensorische Perzeption während des Sprachlernens sowie die multisensorische Integration verdeutlichen, dass die deskriptive Bedeutung semantischer Konzepte durch das Zusammenspiel mehrerer Sinnesmodi ak-

quiert und modalitätsübergreifend repräsentiert wird. Cross-modale Korrespondenzen, die auf physikalische Gesetzmäßigkeiten zurückgeführt werden können, z.B. auf den Zusammenhang der Gestalt und des Klangs eines Körpers, sowie cross-modale Korrespondenzen innerhalb der emotiven Interaktion zwischen Heranwachsenden und ihren Bezugspersonen, bilden die Grundlage multisensorisch integrierter Konzepte. Dies macht Phänomene der Wahrnehmungspsychologie („*Kiki-bouba*-Effekt“) mit dem Verweis auf multisensorische Integration erklärbar, die auch in die Phylo- und Ontogenese von Musik und Sprache hineinspielen und insofern anthropologisch relevant sind.

Es liegt nahe, dass die lautmalerisch-emotiven Elemente in phylogenetisch frühen Sprachformen eine hervorgehobene Funktion eingenommen haben. Die zu den *Ideophonen* zählenden *Onomatopoetika* können als Beispiel für Wörter angeführt werden, die in ihren Objektbeziehungen auf lautmalerischen Imitationen beruhen. Eine besondere Form, die ebenfalls der Gruppe der Ideophone zuzuordnen ist, referiert lautmalerisch, d.h. mit weitestgehend musikalischen Mitteln, auf *nicht-akustische* Phänomene.

Mit Peirce können verbale- und nonverbale Stimuli semiotisch beschrieben werden. Durch den darin enthaltenen abduktiven Ansatz des Zeichenlesens, der nach Peirce eine *Interpretation* voraussetzt, stellt sich die Frage, ob die sublexikalischen und cross-modalen Bahnungseffekte auf den frühen Perzeptionsstufen angemessen berücksichtigt werden. Die anhaltende Debatte innerhalb der Semiotik wird zeigen, inwieweit Prozesse auf neuronaler Ebene semiotisch interpretiert werden können und in die Theoriebildung einbezogen werden müssen. Die komplexe Terminologie der Semiotik nach Peirce mag hierfür ein Hemmnis darstellen. Alternativ ist ein Modell der Korrespondenzbeziehungen denkbar, welches den Weg vom distalen und proximalen

Reiz bis hin zur Konzeptebene unter Berücksichtigung *arbiträrer, kausaler sowie cross-modaler Korrespondenzen* abbildet.

Der herausgearbeitete Rhythmusbegriff betont, neben den konstituierenden Merkmalen Akzent, Timing und Gruppierung, den mehrdimensionalen intentionalen Charakter rhythmisch-musikalischer Gestalten. Er bietet als Beitrag zum musikwissenschaftlichen Diskurs eine mögliche Alternative zu Definitionen, die den Gegenstand überwiegend physikalisch betrachten oder die aktuellen Forschungsergebnisse zur Musikperzeption nur selektiv berücksichtigen. Mit der Betonung des *intentionalen Charakters* wird ein Unterscheidungsmerkmal zur Differenzierung der Begriffe *Rhythmus* und *musikalischer Rhythmus* angeboten.

Die eigene EEG-Studie konnte zeigen, dass musikalische Rhythmen semantisch verarbeitet werden, unabhängig davon, ob der Rezipient über eine etwaige semantische Intention informiert ist sowie unabhängig von seiner musikalischen Expertise. Dies bestätigt die starke Rolle der cross-modalen Korrespondenz in der Musikperzeption.

Damit soll nicht behauptet werden, dass Rhythmen in ihrer sogenannten Exosemantik zwingend verbalisierbar sind. Dennoch stellt die in der Musiksemiotik als extramusikalisch bezeichnete semantische Dimension einen Faktor dar, der neben der intra- und intermusikalischen Bedeutungsebene an der Bedeutungskonstitution rhythmisch-musikalischer Gestalten beteiligt ist.

Wie weitreichend die musikpädagogische Praxis von ihren theoretischen Voraussetzungen bestimmt werden kann, zeigt sich am Beispiel des *Audiationsbegriffs* der *Musik Learning Theory* bei Edwin E. Gordon.

Der Begriff der *Audiationsfähigkeit* als Synonym des *Musikalitätsbegriffs* stellt eine Reduktion der Musikperzeption und der

musikalischen Kreativität auf die Wahrnehmung intramusikalischer Formbeziehungen dar: Eine musikalische Sequenz werde *audiiert* (musikalisch verstanden), wenn sie imaginiert und gleichzeitig in ihrer Bedeutung erfasst werde. Die Bedeutung der imaginierten Sequenzen sei dabei rein intramusikalisch (vgl. Gordon 2012, S. 107; Gordon 2013, S. 23f).

Hier erscheint es notwendig, die sogenannte extramusikalische semantische Ebene in die Begriffsbildung einzubeziehen, ohne die jeweiligen Bedeutungsebenen gegeneinander auszuspielen. Ein ausschließlich auf den intramusikalischen Formbeziehungen aufbauender *Audiationsbegriff* bietet z.B. keine überzeugende Antwort auf die Frage, warum sich ein Filmmusik-Komponist für ein bestimmtes musikalisches Element entscheidet (vgl. Görne, 2017). Ein *Audiatonsbegriff* hingegen, der die multisensorische Perzeption und Integration berücksichtigt, kann neben musiksyntaxischen Formbeziehungen auch Phänomene einer *cross-modalen Bahnung* einbeziehen.

Aus Gordons *Audiationsbegriff* folgen konkrete Empfehlungen für die praktische Umsetzung. Nicht nur während der informellen Unterweisung in der Phase der *vorbereitenden Audiation*, sondern auch in den nachfolgenden Lernphasen ist eine rein vokale, lediglich gestisch unterstützte, Präsentation rhythmischer und tonaler Patterns vorgesehen. Dadurch besteht die Gefahr, den Lernenden weitergehende Hörerfahrungen vorzuenthalten. Mit einem erweiterten *Audiationsbegriff*, der der multisensorischen Perzeption und der cross-modalen Korrespondenz Rechnung trüge, würde die Darbietung unterschiedlicher instrumentaler Klangspektren und musikalischer Kontexte aufgewertet. Wenn die *Music Learning Theory* ihrem eigenen Anspruch folgen und das Musiklernen an der Ontogenese der Sprache sowie an den Erkenntnissen zur Musikverarbeitung orientieren wollte, müsste die multisensorische Perzeption und Integration in den prakti-

schen Applikationen berücksichtigt werden. Dies würde zunächst bedeuten, die Fixierung auf die vokale Präsentation isolierter Pattern, die sich aus Gordons Beobachtungen zum Spracherwerb sowie aus dem Theorem der rein intramusikalischen Bedeutung ableitet, aufzugeben. Die Klangerzeugung unter altersadäquaten Bedingungen auf unterschiedlichen Instrumenten sowie die Wahrnehmung unterschiedlicher Klangfarben könnten, neben der vokalen Präsentation, von Beginn an forciert werden. Ebenso die frühen Hörerfahrungen mehrstimmiger Sequenzen. Im Ergebnis müssen der *Audiationsbegriff* und die Empfehlungen der *Music Learning Theory* für die pädagogische Praxis der Komplexität der Musikperzeption und Musikverarbeitung gerecht werden, nicht anders herum.

Die Frage nach der *musikalischen Bedeutung* geht über die Wahrnehmung musiksyntaktischer Formbeziehungen hinaus und ist deshalb auch nicht ohne weiteres mit dem Verweis auf den etwaigen autotelischen Charakter der Musik aus der Welt zu schaffen. Sie ist u.a. in Gestalt cross-modaler Korrespondenzen tief in unseren phylogenetischen Voraussetzungen und ontogenetischen Erfahrungsschätzen verankert.

Auf diese Weise kann musikalischer Rhythmus in seinen Merkmalen Akzent, Timing und Gruppierung über die musiksyntaktischen Beziehungen hinaus als *intentional* wahrgenommen werden.

9. Anhang

9.1 Tabellen

Ratings (*active task*)

		Elfe	Eisenbahn	Riese	Leichtigkeit	Schwein
		s12	s59	s16	s20	s8
		ja	nein	nein	nein	nein
VP01new	N	11	4	3	6	7
VP05	N	22	5	24	1	14
VP07	N	22	25	23	7	11
VP09	N	7	19	10	1	3
VP11	N	29	31	21	1	5
VP13	N	11	22	19	2	14
VP14	N	1	11	16	1	22
VP15	N	11	11	21	1	1
VP17	N	22	23	32	1	10
VP18	N	12	26	30	1	11
VP21	M	9	18	12	1	11
VP23	M	27	21	11	1	10
VP24	M	14	23	19	1	14
VP26	M	10	24	22	8	12
VP28	M	6	20	21	8	5
VP31	M	12	2	15	1	7
VP33	M	24	21	11	9	28
VP35	M	11	20	19	11	6
VP37	M	21	10	1	1	9
VP39	M	27	7	23	1	3
VP43	M	20	20	1	1	1
VP45	M	24	28	14	1	21
VP46	M	10	22	24	5	20
VP48	M	8	22	1	1	22
VP50	M	24	6	5	1	13
VP53	M	25	8	5	5	10
VP60	N	6	20	23	6	1
VP61	N	28	3	24	8	23
VP65	N	23	6	26	2	12
VP67	N	1	1	22	1	2
VP68	N	24	1	32	1	8
VP69	N	20	6	23	1	14
Übereinst.		16	14	13	32	26
Prozent/Item		48,48484848	42,42424242	39,39393939	96,96969697	78,78787879
Übereinstimmung gesamt		76,98412698				

Stärke	Wut	Wettrennen	Bedrohung	Leichtigkeit	Regen	Gefieder
s49	s61	s58	s20	s28	s33	s4
ja	ja	ja	ja	ja	ja	nein
29	31	24	27	4	1	4
6	26	9	23	27	32	25
26	22	16	12	18	6	1
23	24	26	25	9	24	1
28	32	5	25	27	21	4
20	23	11	23	27	11	4
31	32	32	32	7	7	26
32	22	7	23	22	19	23
32	31	24	29	22	10	23
30	25	26	8	12	26	13
24	21	20	20	23	11	19
27	32	24	30	30	13	10
19	27	22	32	22	32	15
24	31	14	23	23	20	8
23	26	6	22	20	8	8
25	25	1	24	17	13	1
32	27	15	22	10	20	9
13	25	14	19	13	25	5
24	29	30	32	25	27	22
20	30	25	28	16	27	6
15	32	6	27	11	21	20
23	32	32	25	12	13	6
32	32	16	26	24	25	5
32	32	30	32	27	26	1
20	25	6	10	21	30	10
21	27	25	23	24	26	9
2	29	23	25	8	31	1
28	25	25	21	11	12	16
30	28	15	21	18	28	12
27	22	18	24	10	7	11
27	32	9	28	6	8	28
25	30	25	32	5	32	29
28	32	17	29	18	19	23
84,84848485	96,96969697	51,51515152	87,87878788	54,54545455	57,57575758	69,6969697

Wiesel	Angst	Wettrennen	Brandung	Schreck	Aufbruch	Elfe
s11	s2	s56	s43	s40	s5	s25
nein	ja	nein	nein	ja	ja	nein
6	28	3	17	21	21	4
9	14	8	13	26	32	1
1	28	5	9	5	23	1
7	22	10	10	22	32	1
6	29	1	3	32	32	1
7	29	12	13	20	25	5
7	32	1	32	32	32	1
20	22	1	11	22	9	9
11	32	1	4	21	24	1
25	29	13	6	2	29	5
18	23	20	21	20	22	7
15	21	1	10	10	28	8
11	22	12	15	21	25	1
7	19	7	8	20	22	6
8	23	8	23	22	24	4
3	21	1	7	21	32	1
2	25	1	7	22	21	1
14	18	1	3	32	25	1
1	32	1	1	7	32	1
20	32	6	21	3	28	1
5	23	15	1	21	22	23
20	30	6	11	30	32	1
20	26	4	7	22	27	10
22	32	1	7	32	32	1
18	21	7	9	18	21	5
3	29	5	3	25	27	4
8	32	1	19	1	22	32
7	25	8	11	23	28	11
20	29	1	5	30	31	9
1	32	1	22	22	21	1
32	32	1	1	25	32	1
9	32	1	7	16	31	1
22	31	31	25	25	31	30
66,66666667	93,93939394	93,93939394	75,75757576	75,75757576	93,93939394	90,90909091

Storch	Weite	Storch	Arbeit	Riese	Mechanik	Rinnsal
s61	s57	s50	s4	s35	s19	s37
nein	ja	ja	ja	ja	nein	ja
6	11	26	19	29	4	21
8	24	30	12	19	3	21
1	30	4	27	29	19	32
11	21	24	23	32	5	32
1	24	26	30	32	28	5
8	7	20	20	26	22	12
10	17	30	17	27	1	32
1	1	7	20	9	20	19
1	5	26	22	32	22	22
1	26	23	27	29	30	20
3	26	26	23	24	5	9
1	26	23	32	29	23	25
1	22	28	19	29	29	16
4	23	20	21	22	21	23
6	27	6	29	23	22	6
1	32	19	18	21	10	24
3	32	27	20	21	2	32
15	13	17	9	32	14	29
1	1	1	13	24	1	31
1	28	30	5	28	20	25
2	24	32	17	23	4	32
3	22	25	11	32	23	20
9	19	23	22	25	24	27
1	24	23	25	27	6	25
2	16	26	5	30	14	6
3	17	17	17	27	15	21
2	7	24	7	23	10	25
7	11	17	21	25	23	14
2	25	29	28	24	29	26
16	23	17	25	24	9	28
1	6	22	22	32	5	23
9	1	32	26	32	9	32
32	21	28	25	31	17	25
96,96969697	63,63636364	84,84848485	75,75757576	93,93939394	51,51515152	75,75757576

Frosch	Trauer	Aufregung	Zeit	Schaukel	Flucht	Lawine
s19	s58	s10	s62	s38	s16	s27
ja	nein	ja	ja	ja	ja	ja
25	4	24	21	3	22	8
6	1	24	28	9	25	31
8	2	30	32	26	32	32
7	8	24	32	1	32	32
11	2	32	32	1	30	32
20	2	24	17	18	26	24
22	1	28	32	16	7	32
19	9	21	23	1	9	20
19	1	25	30	22	1	28
12	8	31	32	29	13	27
6	1	27	27	9	25	32
9	1	29	32	9	29	23
18	1	24	30	20	21	23
12	7	26	26	6	21	27
6	24	24	24	14	23	27
22	19	25	32	9	1	21
20	2	27	32	2	4	27
2	18	32	27	30	13	22
25	1	32	32	32	1	32
22	2	31	28	7	32	24
4	1	32	32	1	22	32
24	1	30	32	11	18	26
23	16	28	27	22	25	32
1	1	32	32	26	5	32
2	1	21	11	30	5	32
25	3	19	32	30	13	24
9	1	21	32	22	25	20
11	7	23	26	12	27	21
9	19	28	32	18	14	25
10	20	32	31	28	25	26
4	1	32	29	8	21	29
11	1	30	32	32	10	32
13	27	32	31	15	19	31
39,39393939	81,81818182	96,96969697	93,93939394	45,45454545	57,57575758	93,93939394

Streit	Schlange	Stärke	Aufprall	Aufbruch	Gerippe	Karavane
s37	s15	s2	s8	s62	s27	s38
nein	nein	nein	ja	nein	nein	nein
17	25	22	24	7	6	19
5	15	10	26	1	6	11
16	1	11	23	4	2	15
8	1	22	27	10	9	21
2	32	29	31	9	2	28
14	18	27	32	15	4	7
1	1	1	15	1	1	9
1	1	21	20	9	9	22
6	4	18	31	1	3	19
12	8	7	25	13	21	12
10	5	21	21	3	1	9
9	26	23	28	21	4	8
3	2	20	13	1	1	7
5	5	24	26	5	9	26
27	22	24	28	29	7	7
1	22	16	25	4	1	8
7	6	22	26	3	27	6
1	27	20	6	5	5	10
1	19	16	25	1	2	1
11	4	13	29	1	4	10
1	27	16	16	1	15	1
23	31	10	28	3	3	23
11	23	17	32	8	6	22
10	21	3	32	6	1	23
3	10	5	20	1	1	3
5	5	11	27	2	2	1
5	21	11	26	2	4	6
23	21	28	25	26	11	21
11	7	10	18	1	15	24
5	18	13	30	4	7	10
4	17	11	11	2	1	23
5	32	5	32	1	13	1
28	15	17	27	29	30	20
84,84848485	45,45454545	51,51515152	81,81818182	87,87878788	90,90909091	60,60606061

Gefieder	Frosch	Streit	Gerippe	Militär	Huhn	Angst
s21	s30	s53	s22	s64	s57	s49
ja	nein	ja	ja	ja	nein	nein
22	8	24	11	28	8	14
20	4	8	23	32	3	21
23	6	12	26	32	4	1
24	11	28	26	32	1	6
21	4	30	25	32	4	24
17	14	18	21	31	14	10
26	15	21	28	32	1	6
20	9	22	21	32	1	10
2	2	30	27	32	6	8
24	21	24	30	31	20	22
29	21	28	30	32	7	3
23	4	29	27	32	9	26
18	15	26	19	28	1	18
24	20	24	9	31	7	19
25	6	22	22	26	7	8
23	7	21	20	32	1	20
32	5	32	28	32	1	1
23	6	25	30	27	1	4
29	1	28	24	32	4	1
23	21	22	31	32	5	20
32	1	32	32	32	1	1
28	9	21	32	32	1	3
24	13	24	19	30	24	17
25	22	32	32	32	1	20
7	4	19	23	27	3	2
17	5	16	17	31	2	2
23	5	28	23	23	1	30
10	7	23	13	26	8	15
19	22	24	19	23	6	11
31	1	31	31	32	1	4
15	4	30	22	22	5	21
18	26	32	32	32	9	28
28	25	29	29	32	30	19
84,84848485	75,75757576	87,87878788	87,87878788	96,96969697	90,90909091	57,57575758

Wiesel	Wut	Sprung	Explosion	Maschine	Trauer	Brandung
s59	s50	s31	s39	s29	s56	s31
ja	nein	nein	nein	ja	ja	ja
21	10	7	4	6	22	14
23	1	24	2	32	13	5
8	1	6	1	20	16	24
25	4	1	1	27	29	24
25	4	1	1	30	26	30
21	3	7	1	7	13	12
28	1	1	1	8	1	3
22	1	22	1	21	32	20
22	1	1	5	27	22	24
24	13	21	7	20	21	22
28	1	10	1	21	20	24
23	1	1	1	26	30	26
20	5	1	1	23	20	8
26	7	2	4	22	31	25
6	8	8	7	24	32	26
22	1	8	1	21	28	8
32	1	5	1	28	32	32
20	1	1	1	11	23	8
23	1	1	1	1	32	31
27	1	1	1	32	28	26
32	1	1	1	32	1	25
22	7	22	21	31	24	27
22	13	7	5	22	24	21
27	1	21	5	22	24	19
12	2	1	4	16	10	21
19	16	5	3	13	7	10
23	1	1	1	28	6	24
22	20	11	7	24	11	25
26	1	12	4	20	31	26
29	3	8	4	8	23	24
22	1	1	1	20	24	32
21	1	15	1	26	5	21
29	31	27	31	24	22	24
87,87878788	93,93939394	81,81818182	93,93939394	72,72727273	66,66666667	72,72727273

Aufprall	Arbeit	Schlange	Schreck	Kampf	Fontäne	Huhn
s42	s21	s39	s29	s12	s14	s23
nein	nein	ja	nein	nein	nein	ja
1	9	7	5	7	7	10
1	17	25	6	1	5	23
4	6	3	1	4	1	1
1	1	13	1	9	7	26
3	2	27	3	1	1	23
6	11	17	10	10	12	12
3	7	25	1	9	1	15
7	9	9	1	1	1	22
3	5	21	1	1	7	22
10	13	24	12	12	9	21
7	9	25	3	1	9	30
1	7	31	3	1	4	27
1	13	23	1	1	8	17
7	7	21	1	23	1	30
7	5	4	2	3	19	9
1	1	19	1	1	2	25
5	1	27	1	5	29	23
3	23	24	6	4	1	6
1	22	28	1	18	1	19
1	11	29	1	1	1	25
3	10	24	1	5	1	16
23	14	19	8	26	7	26
11	9	19	6	12	5	27
1	21	25	1	7	9	22
4	6	4	1	4	8	2
3	3	21	4	9	4	19
2	1	20	1	2	1	23
23	18	27	12	20	24	11
2	10	20	2	1	22	20
7	6	27	15	11	7	11
3	23	15	8	3	17	10
1	1	20	10	3	1	27
30	26	25	32	28	27	21
90,90909091	78,78787879	75,75757576	96,96969697	84,84848485	81,81818182	63,63636364

Regen	Schwein	Karavane	Parade	Zeit	Mechanik	Ente
s64	s42	s26	s9	s5	s30	s14
nein	ja	ja	nein	nein	ja	ja
6	2	25	10	5	21	20
4	1	29	32	3	23	9
5	1	13	9	3	19	21
23	7	25	32	11	26	22
11	25	26	8	1	27	23
9	10	16	22	7	11	5
15	9	25	1	1	26	1
1	1	22	7	7	22	22
22	26	32	19	19	31	21
22	28	28	14	20	26	28
1	24	26	25	1	26	23
20	10	30	10	5	22	30
11	13	14	8	10	29	7
5	25	27	21	4	25	28
6	7	22	7	6	25	5
1	20	21	1	1	20	2
6	7	32	6	8	26	21
15	22	32	30	7	19	11
4	25	22	28	1	14	31
8	14	32	32	5	27	22
1	32	32	1	1	30	32
4	20	32	30	8	31	18
17	12	19	25	20	25	20
1	7	23	26	12	32	1
3	11	20	3	2	24	6
12	24	28	7	7	17	17
12	24	23	22	10	22	12
22	27	26	29	20	26	10
7	11	20	25	4	9	22
8	7	23	1	2	24	9
25	20	24	23	6	30	1
6	25	32	5	1	25	28
25	15	29	16	28	29	19
75,75757576	45,45454545	87,87878788	48,48484848	84,84848485	87,87878788	57,57575758

Aufregung	Ente	Weite	Bedrohung	Kampf	Sprung	Militär
s32	s17	s23	s28	s25	s43	s33
nein	nein	nein	nein	ja	ja	nein
25	7	8	17	20	8	20
20	2	12	8	22	28	4
7	2	1	22	20	24	7
1	1	6	23	26	23	5
2	1	5	25	32	29	3
18	12	5	7	25	29	8
1	4	1	26	26	15	1
8	8	1	21	23	20	10
6	20	5	6	21	7	8
19	13	26	28	24	24	13
20	1	3	19	28	18	1
3	8	1	3	30	22	23
18	11	2	22	28	12	6
24	9	5	24	27	27	6
6	3	6	8	24	6	9
18	1	1	19	32	20	1
7	7	1	1	27	10	9
6	13	5	19	28	11	15
12	1	1	1	21	20	4
22	17	4	28	32	13	1
1	1	1	15	32	27	1
12	9	10	19	31	32	14
8	11	17	24	31	24	16
9	1	5	23	32	23	7
2	1	11	4	22	4	1
5	5	7	13	26	24	8
20	1	7	7	26	27	19
22	6	25	25	29	23	22
24	1	5	19	32	29	4
6	6	7	26	23	22	1
7	3	18	24	32	29	12
9	1	1	32	32	32	1
20	30	28	11	32	23	28
60,60606061	90,90909091	84,84848485	33,33333333	96,96969697	69,6969697	84,84848485

Parade	Fontäne	Flucht	Schaukel	Explosion	Rinnsal	Maschine
s32	s17	s35	s26	s15	s53	s40
ja	ja	nein	nein	ja	nein	nein
32	9	5	8	28	3	7
32	22	9	1	28	1	9
22	11	6	1	31	1	6
24	21	7	1	32	8	26
30	25	6	13	32	3	8
31	21	15	1	32	1	4
15	24	1	1	32	1	12
32	10	22	9	32	1	22
28	21	1	5	32	5	1
28	29	7	9	22	7	10
32	26	8	8	32	1	10
30	12	6	13	32	9	1
19	12	4	4	31	2	3
26	26	1	1	32	28	21
24	21	22	24	22	8	8
32	23	7	1	32	1	1
27	28	1	4	32	1	4
20	19	1	2	25	1	2
32	1	1	1	32	1	1
30	23	2	5	29	4	5
32	28	1	1	32	1	1
32	30	2	1	31	4	23
20	17	7	4	26	20	16
21	26	12	8	32	27	1
17	7	5	2	32	4	3
25	20	6	3	32	2	8
22	25	10	7	31	4	22
23	13	12	18	25	11	21
32	13	4	1	31	1	2
32	20	6	1	27	7	5
25	23	23	9	4	1	17
32	13	1	7	32	3	7
31	22	29	30	31	29	25
93,93939394	66,66666667	87,87878788	90,90909091	93,93939394	87,87878788	75,75757576

Lawine	Eisenbahn		
s22	s11		
nein	ja		
1	9		
4	32		
1	30		
5	32		
5	32		
5	7		
1	32		
12	32		
1	7		
6	10		
1	29		
1	32		
1	30		
2	32		
7	27		
1	32		
1	32		
10	32		
1	32		
12	32		
1	32		
8	32		
8	27		
1	32		
1	28		
3	32		
1	27		
9	24		
1	30		
6	22		
5	21		
1	32		
32	28		
96,96969697	84,84848485		6466,666667

9.2 Wortfrequenz der Target-Stimuli

Angst	8
Arbeit	7
Aufprall	12
Aufregung	11
Eisenbahn	12
Elfe	17
Ente	13
Explosion	10
Flucht	10
Fontäne	16
Frosch	14
Bedrohung	11
Huhn	13
Aufbruch	12
Kampf	8
Karavane	20
Lawine	13
Leichtigkeit	12
Parade	12
Maschine	10
Mechanik	14
Gerippe	16
Brandung	15
Regen	10
Riese	14
Rinnsal	16
Schaukel	15
Schlange	12
Schreck	13
Schwein	12
Sprung	10
Stärke	10
Storch	14
Streit	9
Trauer	11
Gefieder	15
Weite	12
Wettrennen	15
Wiesel	16
Wut	11
Zeit	5
Militär	11
Summe Frequency Class	517
Durchschnitt Frequency Class	12,3

Wortschatz Uni-Leipzig online

10. Literaturverzeichnis

- Altenmüller, E., Schuppert, M., Kuck, H., Bangert, M., & Grossbach, M. (2000). Neuronale Grundlagen der Verarbeitung musikalischer Zeitstrukturen. In *Rhythmus. Ein interdisziplinäres Handbuch* (pp. 59-78): Huber.
- Asano, M., Imai, M., Kita, S., Kitajo, K., Okada, H., & Thierry, G. (2015). Sound symbolism scaffolds language development in preverbal infants. *cortex*, 63, 196-205.
- Atkin, A. (2010). Peirce's Theory of Signs. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Summer 2013 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/sum2013/entries/peirce-semiotics/>>.
- Baddeley, A. (2003). Working memory and language: An overview. *Journal of communication disorders*, 36(3), 189-208.
- Baddeley, A. (2012). Working memory: theories, models, and controversies. *Annual review of psychology*, 63, 1-29.
- Baddeley, A. D. (1999). *Essentials of human memory*: Psychology Press.
- Bailey, J. A., & Penhune, V. B. (2010). Rhythm synchronization performance and auditory working memory in early-and late-trained musicians. *Experimental Brain Research*, 204(1), 91-101.
- Barrett, S. E., & Rugg, M. D. (1990). Event-related potentials and the matching of pictures. *Brain and Cognition*, 14(2), 201-212.
- Barthes, R. (1964). *Mythen des Alltags* (H. Scheffel, Trans. Vol. 1): Suhrkamp Frankfurt a. M.
- Bava, S., Thayer, R., Jacobus, J., Ward, M., Jernigan, T. L., & Tapert, S. F. (2010). Longitudinal characterization of white matter maturation during adolescence. *Brain research*, 1327, 38-46.
- Bear, M. F., Connors, B. W., Engel, A., Held, A., Hornung, C., Jarosch, B., et al. (2009). *Neurowissenschaften: ein grundlegendes Lehrbuch für Biologie, Medizin und Psychologie*: Spektrum Akademischer Verlag.
- Berger, H. (1929). Über das Elektrenkephalogramm des Menschen. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 87(1), 527-570.
- Bermúdez, J. L. (2003). *Thinking without words*: Oxford University Press.
- Bien, N., ten Oever, S., Goebel, R., & Sack, A. T. (2012). The sound of size Crossmodal binding in pitch-size synesthesia: A combined TMS, EEG and psychophysics study. *NeuroImage*, 59, 663-672.
- Blood, A. J., & Zatorre, R. J. (2001). Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(20), 11818-11823.

- Blood, A. J., Zatorre, R. J., Bermudez, P., & Evans, A. C. (1999). Emotional responses to pleasant and unpleasant music correlate with activity in paralimbic brain regions. *Nature neuroscience*, 2(4), 382-387.
- Bookheimer, S. (2002). Functional MRI of language: new approaches to understanding the cortical organization of semantic processing. *Annual review of neuroscience*, 25(1), 151-188.
- Brown, S. (2000). The "Musilanguage" model of music evolution. In: Wallin NL, Merker B, Brown S, editors. *The Origins of Music*. Cambridge, MA: MIT Press., pp. 271–300.
- Brown, S., & Volgsten, U. (2005). *Music and manipulation: On the social uses and social control of music*: Berghahn Books.
- Bruhn, H. (2000). Zur definition von Rhythmus. *Rhythmus. Ein interdisziplinäres Handbuch*. Bern: Huber, 41-56.
- Brysbaert, M., Buchmeier, M., Conrad, M., Jacobs, A. M., Bölte, J., & Böhl, A. (2011). The word frequency effect. *Experimental psychology*.
- Buchner, H. (2014, S. 91). *Praxisbuch Evozierte Potenziale: Grundlagen, Befundung, Beurteilung und differenzialdiagnostische Abgrenzung*: Georg Thieme Verlag.
- Buchweitz, A., Shinkareva, S. V., Mason, R. A., Mitchell, T. M., & Just, M. A. (2012). Identifying bilingual semantic neural representations across languages. *Brain and language*, 120(3), 282-289.
- Burke, D. M., MacKay, D. G., Worthley, J. S., & Wade, E. (1991). On the tip of the tongue: What causes word finding failures in young and older adults? *Journal of memory and language*, 30(5), 542-579.
- Busse, D. (2009). *Semantik* (Vol. 3280): UTB.
- Cacioppo, J. T., & Hawkley, L. C. (2003). Social isolation and health, with an emphasis on underlying mechanisms. *Perspectives in biology and medicine*, 46(3), S39-S52.
- Chen, J. L., Penhune, V. B., & Zatorre, R. J. (2008). Listening to musical rhythms recruits motor regions of the brain. *Cerebral cortex*, 18(12), 2844-2854.
- Chomsky, N. (1980). Rules and representations. *Behavioral and brain sciences*, 3(01), 1-15.
- Clarke, E. F. (1985). Structure and expression in rhythmic performance. *Musical structure and cognition*, 209-236.
- Clarke, E. F. (1989). The perception of expressive timing in music. *Psychological research*, 51(1), 2-9.
- Clarke, E. F. (1993). Imitating and evaluating real and transformed musical performances. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 10(3), 317-341.
- Clarke, E. F. (1999). Rhythm and timing in music. *The psychology of music*, 2, 473-500.

- Clayton, M. R. (1996). Free rhythm: ethnomusicology and the study of music without metre. *Bulletin of the School of Oriental and African Studies*, 59(02), 323-332.
- Cocchini, G., Logie, R. H., Della Sala, S., MacPherson, S. E., & Baddeley, A. D. (2002). Concurrent performance of two memory tasks: Evidence for domain-specific working memory systems. *Memory & Cognition*, 30(7), 1086-1095.
- Connolly, J. F., & Phillips, N. A. (1994). Event-related potential components reflect phonological and semantic processing of the terminal word of spoken sentences. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 6(3), 256-266.
- Connolly, J. F., Phillips, N. A., Stewart, S. H., & Brake, W. (1992). Event-related potential sensitivity to acoustic and semantic properties of terminal words in sentences. *Brain and language*, 43(1), 1-18.
- Cook, N. (2007, S. 87). *Musikalische Bedeutung und Theorie*, in Becker & Vogel, *Musikalischer Sinn: Beiträge zu einer Philosophie der Musik*, Frankfurt am Main: na.
- Coulson, F., Van Petten, Kutas. (2005). Right Hemisphere Sensitivity to Word- and Sentence-Level Context: Evidence From Event-Related Brain Potentials. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, Vol. 31, No. 1, 129–147, 129–147.
- Cowan, N. (2010). The magical mystery four: How is working memory capacity limited, and why? *Current directions in psychological science*, 19(1), 51-57.
- Cross, I., & Morley, I. (2009). The evolution of music: Theories, definitions and the nature of the evidence. *Communicative musicality: Exploring the basis of human companionship*, 61-81.
- Cummings, A., Ceponiene, R., Koyama, A., Saygin, A. P., Townsend, J., & Dick, F. (2006). Auditory semantic networks for words and natural sounds. *Brain Research*, 1115, 92-107.
- D'Ausilio, A., Pulvermüller, F., Salmas, P., Bufalari, I., Begliomini, C., & Fadiga, L. (2009). The motor somatotopy of speech perception. *Current Biology*, 19(5), 381-385.
- Daltrozzo, J., & Schoen, D. (2009a). Conceptual Processing in Music as Revealed by N400 Effects on Words and Musical Targets. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(10), 1882-1892.
- Daltrozzo, J., & Schoen, D. (2009b). Is conceptual processing in music automatic? An electrophysiological approach. *Brain research*, 1270, 88-94.
- Daltrozzo, J., Wioland, N., & Kotchoubey, B. (2012). The N400 and Late Positive Complex (LPC) effects reflect controlled rather than automatic mechanisms of sentence processing. *Brain sciences*, 2(3), 267-297.
- Damasio, H., Grabowski, T. J., Tranel, D., Hichwa, R. D., & Damasio, A. R. (1996). A neural basis for lexical retrieval. *Nature*, 380(6574), 499.

- Davis, W. B., Gfeller, K. E., & Thaut, M. H. (2008). *An introduction to music therapy: Theory and practice*: ERIC.
- Deacon, D., Dynowska, A., Ritter, W., & Grose-Fifer, J. (2004). Repetition and semantic priming of nonwords: Implications for theories of N400 and word recognition. *Psychophysiology*, 41(1), 60-74.
- Deacon, D., & Shelley-Tremblay, J. (2000). How automatically is meaning accessed: a review of the effects of attention on semantic processing. *Frontiers in Bioscience*, 5(Part E), 82-94.
- Desroches, A. S., Newman, R. L., & Joanisse, M. F. (2009). Investigating the time course of spoken word recognition: Electrophysiological evidence for the influences of phonological similarity. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(10), 1893-1906.
- Eckstein, K., & Friederici, A. D. (2006). It's early: event-related potential evidence for initial interaction of syntax and prosody in speech comprehension. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18(10), 1696-1711.
- Eco, U. (1977). *Zeichen. Einführung in einen Begriff und seine Geschichte*. Frankfurt am Main, 8.
- Engelmann, J. M., Herrmann, E., & Tomasello, M. (2012). Five-year olds, but not chimpanzees, attempt to manage their reputations. *PLoS One*, 7(10), e48433.
- Epstein, D. (1995). *Shaping time: Music, the brain, and performance*: Wadsworth Publishing Company.
- Faltin, P. (1978, S. 159f). Musikalische Syntax: Die bedeutungsgebene Rolle der tönenden Beziehungen; in Karbusicky 1990: Sinn und Bedeutung in der Musik, Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt.
- Fietz, R. (1992, S. 84). *Medienphilosophie: Musik, Sprache und Schrift bei Friedrich Nietzsche* (Vol. 117): Königshausen & Neumann.
- Fraisse, P. (1978). Time and rhythm perception. *Handbook of perception*, 8, 203-254.
- Fraisse, P. (1982). Rhythm and tempo. *The psychology of music*, 1, 149-180.
- Francois, C., Jaillet, F., Takerkart, S., & Schoen, D. (2014). Faster Sound Stream Segmentation in Musicians than in Nonmusicians. *Plos One*, 9(7).
- Francois, C., & Schoen, D. (2011). Musical Expertise Boosts Implicit Learning of Both Musical and Linguistic Structures. *Cerebral Cortex*, 21(10), 2357-2365.
- Friederici, A. D. (2002). Towards a neural basis of auditory sentence processing. *Trends in cognitive sciences*, 6(2), 78-84.
- Friederici, A. D. (2005). Neurophysiological markers of early language acquisition: from syllables to sentences. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(10), 481-488.
- Friederici, A. D. (2012). The cortical language circuit: from auditory perception to sentence comprehension. *Trends in cognitive sciences*, 16(5), 262-268.

- Friederici, A. D., Friedrich, M., & Christophe, A. (2007). Brain responses in 4-month-old infants are already language specific. *Current Biology*, 17(14), 1208-1211.
- Friederici, A. D., & Wartenburger, I. (2010). Language and brain. *Wiley Interdisciplinary Reviews-Cognitive Science*, 1(2), 150-159.
- Friedman, D., & Johnson, R. (2000). Event-related potential (ERP) studies of memory encoding and retrieval: a selective review. *Microscopy research and technique*, 51(1), 6-28.
- Friedrich, M., & Friederici, A. D. (2004). N400-like semantic incongruity effect in 19-month-olds: Processing known words in picture contexts. *Journal of cognitive neuroscience*, 16(8), 1465-1477.
- Friedrich, M., & Friederici, A. D. (2006). Early N400 development and later language acquisition. *Psychophysiology*, 43(1), 1-12.
- Fritz, T., Jentschke, S., Gosselin, N., Sammler, D., Peretz, I., Turner, R., et al. (2009). Universal Recognition of Three Basic Emotions in Music. *Current Biology*, 19(7), 573-576.
- Fritz, T. H., Schmude, P., Jentschke, S., Friederici, A. D., & Koelsch, S. (2013). From understanding to appreciating music cross-culturally. *PloS one*, 8(9), e72500.
- Gabrielsson, A. (1999). The performance of music. *The psychology of music*, 2, 501-602.
- Garagnani, M., & Pulvermüller, F. (2016). Conceptual grounding of language in action and perception: a neurocomputational model of the emergence of category specificity and semantic hubs. *European Journal of Neuroscience*.
- Garagnani, M., Wennekers, T., & Pulvermüller, F. (2008). A neuroanatomically grounded Hebbian-learning model of attention–language interactions in the human brain. *European Journal of Neuroscience*, 27(2), 492-513.
- Gembris, H. (1998, S. 268f). *Grundlagen musikalischer Begabung und Entwicklung*: Wißner.
- Gordon, E. (1986). *Musikalische Begabung. Beschaffenheit, Beschreibung, Messung und Bewertung*. Mainz: Schott.
- Gordon, E. (2001). *Reference Handbook for Using Learning Sequence Activities*; (1st 1984), GIA Publications, Inc.
- Gordon, E. (2012). *Learning sequences in music: A contemporary music learning theory*: GIA Publications.
- Gordon, E. (2013). *A music learning theory for newborn and young children*: Gia Publications.
- Görne, T. (2017). *Sounddesign: Klang Wahrnehmung Emotion*: Carl Hanser Verlag GmbH Co KG.
- Grahn, J. A. (2009). Neuroscientific investigations of musical rhythm: recent advances and future challenges. *Contemporary Music Review*, 28(3), 251-277.

- Grahn, J. A., & Rowe, J. B. (2009). Feeling the beat: premotor and striatal interactions in musicians and nonmusicians during beat perception. *Journal of Neuroscience*, 29(23), 7540-7548.
- Grice. (1957). Meaning. *The philosophical review*, 377-388.
- Grice. (1968). Utterer's meaning, sentence-meaning, and word-meaning. In *Philosophy, Language, and Artificial Intelligence* (pp. 49-66): Springer.
- Grice. (1969). Utterer's meaning and intention. *The philosophical review*, 78(2), 147-177.
- Grice, H. P. (1991). *Studies in the Way of Words*: Harvard University Press (1st 1989).
- Grodzinsky, Y., & Friederici, A. D. (2006). Neuroimaging of syntax and syntactic processing. *Current opinion in neurobiology*, 16(2), 240-246.
- Gunter, T. C., Friederici, A. D., & Hahne, A. (1999). Brain responses during sentence reading: Visual input affects central processes. *NeuroReport*, 10(15), 3175-3178.
- Hagoort, P., Brown, C. M., & Swaab, T. Y. (1996). Lexical—semantic event—related potential effects in patients with left hemisphere lesions and aphasia, and patients with right hemisphere lesions without aphasia. *Brain*, 119(2), 627-649.
- Hagoort, P., Hald, L., Bastiaansen, M., & Petersson, K. M. (2004). Integration of word meaning and world knowledge in language comprehension. *science*, 304(5669), 438-441.
- Hannon, E. E., & Trainor, L. J. (2007). Music acquisition: effects of enculturation and formal training on development. *Trends in cognitive sciences*, 11(11), 466-472.
- Hanslick, E. (1854). *Vom Musikalisch-Schönen: ein Beitrag zur Revision der Aesthetik der Tonkunst*; Rudolf Weigel, Leipzig.
- Hebb, D. O. (1949). *The organization of behavior: A neuropsychological approach*: John Wiley & Sons.
- Hensch, T. K. (2004). Critical period regulation. *Annu. Rev. Neurosci.*, 27, 549-579.
- Hoenig, A., Weidenmueller, J. (2009). *Intro to Polyrhythm*. *Mel Bay Publications, Inc.*
- Hoenig, A., Weidenmueller, J. (2012). *Metric Modulation - Contracting and Expanding Time Within Form*. *Mel Bay Publications, Inc.*
- Hoffmann, M. H. (2001). Peirces Zeichenbegriff: seine Funktionen, seine phänomenologische Grundlegung und seine Differenzierung.
- Holcomb, P. J. (1993). Semantic priming and stimulus degradation: Implications for the role of the N400 in language processing. *Psychophysiology*, 30(1), 47-61.
- Holcomb, P. J., Kounios, J., Anderson, J. E., & West, W. C. (1999). Dual-coding, context-availability, and concreteness effects in sentence comprehension: an electrophysiological investigation. *Journal of Experimental Psychology Learning Memory and Cognition*, 25, 721-742.

- Holcomb, P. J., & McPherson, W. B. (1994). Event-related potentials reflect semantic priming in an object decision task. *Brain and Cognition*, 24(2), 259-276.
- Huth, A. G., de Heer, W. A., Griffiths, T. L., Theunissen, F. E., & Gallant, J. L. (2016). Natural speech reveals the semantic maps that tile human cerebral cortex. *Nature*, 532(7600), 453.
- Iversen, J. R., Patel, A. D., & Ohgushi, K. (2008). Perception of rhythmic grouping depends on auditory experience. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 124(4), 2263-2271.
- Jäncke, L., Loose, R., Lutz, K., Specht, K., & Shah, N. (2000). Cortical activations during paced finger-tapping applying visual and auditory pacing stimuli. *Cognitive Brain Research*, 10(1), 51-66.
- Jank, W. (2012). *Musik-Didaktik: Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II; (1st 2005)*: Cornelsen Scriptor.
- Jantzen, M. G., Howe, B. M., & Jantzen, K. J. (2014). Neurophysiological evidence that musical training influences the recruitment of right hemispheric homologues for speech perception. *Frontiers in Psychology*, 5.
- Jentschke, S., & Koelsch, S. (2009). Musical training modulates the development of syntax processing in children. *Neuroimage*, 47(2), 735-744.
- Jessen, F., Heun, R., Erb, M., Granath, D.-O., Klose, U., Papassotiropoulos, A., et al. (2000). The concreteness effect: Evidence for dual coding and context availability. *Brain and language*, 74(1), 103-112.
- Juslin, P. N., & Madison, G. (1999). The role of timing patterns in recognition of emotional expression from musical performance. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 17(2), 197-221.
- Just, M. A., Cherkassky, V. L., Aryal, S., & Mitchell, T. M. (2010). A neurosemantic theory of concrete noun representation based on the underlying brain codes. *PloS one*, 5(1), e8622.
- Karbusický, V. (1986). *Grundriß der musikalischen Semantik*; Wissenschaftliche Buchgesellschaft Darmstadt.
- Kayser, C., Petkov, C. I., Augath, M., & Logothetis, N. K. (2005). Integration of touch and sound in auditory cortex. *Neuron*, 48(2), 373-384.
- Keshavan, M. S., Diwadkar, V. A., DeBellis, M., Dick, E., Kotwal, R., Rosenberg, D. R., et al. (2002). Development of the corpus callosum in childhood, adolescence and early adulthood. *Life sciences*, 70(16), 1909-1922.
- Kirschner, S., & Tomasello, M. (2009). Joint drumming: social context facilitates synchronization in preschool children. *Journal of experimental child psychology*, 102(3), 299-314.
- Kneif, T. (1973). Musik und Zeichen. Aspekte einer nichtvorhandenen musikalischen Semiotik. *Musica*, 27(1), 9-12.

- Kneif, T. (1975, S.63f). *Musikalische Hermeneutik, musikalische Semiotik; in Dahlhaus 1975: Beiträge zur musikalischen Hermeneutik, Gustav Bosse Verlag Regensburg: na.*
- Knudsen, E. I. (2004). Sensitive periods in the development of the brain and behavior. *Journal of cognitive neuroscience*, 16(8), 1412-1425.
- Koelsch, S. (2011a). Towards a neural basis of processing musical semantics. *Physics of Life Reviews*, 8(2), 89-105.
- Koelsch, S. (2011b). Transitional zones of meaning and semantics in music and language Reply to comments on "Towards a neural basis of processing musical semantics". *Physics of Life Reviews*, 8(2), 125-128.
- Koelsch, S., Fritz, T., Von Cramon, D. Y., Muller, K., & Friederici, A. D. (2006). Investigating emotion with music: An fMRI study. *Human Brain Mapping*, 27(3), 239-250.
- Koelsch, S., Grossmann, T., Gunter, T. C., Hahne, A., Schröger, E., & Friederici, A. D. (2003). Children processing music: electric brain responses reveal musical competence and gender differences. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15(5), 683-693.
- Koelsch, S., Kasper, E., Sammler, D., Schulze, K., Gunter, T., & Friederici, A. D. (2004). Music, language and meaning: brain signatures of semantic processing. *Nature neuroscience*, 7(3), 302-307.
- Koelsch, S., Offermanns, K., & Franzke, P. (2010). Music in the treatment of affective disorders: an exploratory investigation of a new method for music-therapeutic research. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 27(4), 307-316.
- Koelsch, S., & Schröger, E. (2008). Neurowissenschaftliche Grundlagen der Musikverarbeitung. Bruhn, H., Kopiez, R. & Lehmann, AC (Hg.), *Musikpsychologie. Das neue Handbuch* (S. 393-412). Reinbek: Rowohlt.
- Koelsch, S., & Siebel, W. A. (2005). Towards a neural basis of music perception. *Trends in cognitive sciences*, 9(12), 578-584.
- Koffka, K. (1935). *Principles of Gestalt psychology* (2013) (Vol. 44): Routledge.
- Köhler, W. (1929). Gestalt Psychology.[Psychologische Probleme 1933]. New York: Horace Liveright.
- Kovelman, I., Norton, E. S., Christodoulou, J. A., Gaab, N., Lieberman, D. A., Triantafyllou, C., et al. (2012). Brain basis of phonological awareness for spoken language in children and its disruption in dyslexia. *Cerebral Cortex*, 22(4), 754-764.
- Kral, A., & Sharma, A. (2012). Developmental neuroplasticity after cochlear implantation. *Trends in neurosciences*, 35(2), 111-122.

- Kuhl, P. K., Tsao, F.-M., & Liu, H.-M. (2003). Foreign-language experience in infancy: Effects of short-term exposure and social interaction on phonetic learning. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(15), 9096-9101.
- Kuperberg, G. R. (2007). Neural mechanisms of language comprehension: Challenges to syntax. *Brain research*, 1146, 23-49.
- Kuperberg, G. R. (2010). Language in schizophrenia part 1: an introduction. *Language and linguistics compass*, 4(8), 576-589.
- Kutas, M., & Donchin, E. (1978). Variations in the latency of P300 as a function of variations in semantic categorizations. *Multidisciplinary perspectives in event-related brain potential research*, ed. D. Otto. US Government Printing Office.
- Kutas, M., & Federmeier, K. D. (2000). Electrophysiology reveals semantic memory use in language comprehension. *Trends in cognitive sciences*, 4(12), 463-470.
- Kutas, M., & Federmeier, K. D. (2011). Thirty Years and Counting: Finding Meaning in the N400 Component of the Event-Related Brain Potential (ERP). In S. T. Fiske, D. L. Schacter & S. E. Taylor (Eds.), *Annual Review of Psychology*, Vol 62 (Vol. 62, pp. 621-647).
- Kutas, M., & Hillyard, S. A. (1980). READING SENSELESS SENTENCES - BRAIN POTENTIALS REFLECT SEMANTIC INCONGRUITY. *Science*, 207(4427), 203-205.
- Kutas, M., & Hillyard, S. A. (1982). THE LATERAL DISTRIBUTION OF EVENT-RELATED POTENTIALS DURING SENTENCE PROCESSING. *Neuropsychologia*, 20(5), 579-590.
- Kutas, M., & Hillyard, S. A. (1984). Brain potentials during reading reflect word expectancy and semantic association.
- Kutas, M., & Iragui, V. (1998). The N400 in a semantic categorization task across 6 decades. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Evoked Potentials Section*, 108(5), 456-471.
- Kutas, M., & Kluender, R. (1994). What is who violating? A reconsideration of linguistic violations in light of event-related brain potentials. In *Cognitive electrophysiology* (pp. 183-210): Springer.
- Lau, E. F., Phillips, C., & Poeppel, D. (2008). A cortical network for semantics: (de)constructing the N400. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(12), 920-933.
- Levelt, W. J. (1999). Models of word production. *Trends in cognitive sciences*, 3(6), 223-232.
- Levitin, D. J. (2012). What does it mean to be musical? *Neuron*, 73(4), 633-637.
- Levitin, D. J., Cole, K., Chiles, M., Lai, Z., Lincoln, A., & Bellugi, U. (2004). Characterizing the musical phenotype in individuals with Williams syndrome. *Child Neuropsychology*, 10(4), 223-247.

- Liu, F., Patel, A. D., Fourcin, A., & Stewart, L. (2010). Intonation processing in congenital amusia: discrimination, identification and imitation. *Brain*, 133(6), 1682-1693.
- Löbner, S. (2003). Semantik, Eine Einführung. *Walter de Gruyter, Berlin, New York*.
- Löbner, S. (2015, S. 319). Semantik: Eine Einführung, 2. Auflage, Walter de Gruyter, Berlin/Boston.
- Lockwood, G., & Dingemanse, M. (2015). Iconicity in the lab: A review of behavioral, developmental, and neuroimaging research into sound-symbolism. *Frontiers in psychology*, 6.
- Lockwood, G., & Tuomainen, J. (2015). Ideophones in Japanese modulate the P2 and late positive complex responses. *Frontiers in psychology*, 6, 933.
- Logie, R. H. (2014). *Visuo-spatial working memory*: Psychology Press.
- Männel, C., & Friederici, A. D. (2009). Pauses and intonational phrasing: ERP studies in 5-month-old German infants and adults. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(10), 1988-2006.
- Martinez, J. L. (1996). Icons in music: A Peircean rationale. *Semiotica*, 110(1-2), 57-86.
- Mattys, S. L., Jusczyk, P. W., Luce, P. A., & Morgan, J. L. (1999). Phonotactic and prosodic effects on word segmentation in infants. *Cognitive psychology*, 38(4), 465-494.
- Maurer, D., Pathman, T., & Mondloch, C. J. (2006). The shape of boubas: Sound–shape correspondences in toddlers and adults. *Developmental science*, 9(3), 316-322.
- McGurk, H., & MacDonald, J. (1976). Hearing lips and seeing voices.
- McPherson, G. E., & Gabrielsson, A. (2002). From sound to sign. *The science and psychology of music performance: Creative strategies for teaching and learning*, 99-116.
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological review*, 63(2), 81.
- Mitchell, T. M., Hutchinson, R., Niculescu, R. S., Pereira, F., Wang, X., Just, M., et al. (2004). Learning to decode cognitive states from brain images. *Machine learning*, 57(1-2), 145-175.
- Mitchell, T. M., Shinkareva, S. V., Carlson, A., Chang, K.-M., Malave, V. L., Mason, R. A., et al. (2008). Predicting human brain activity associated with the meanings of nouns. *science*, 320(5880), 1191-1195.
- Mittelberg, I. (2013). The embodied mind: Cognitive-semiotic principles as motivating forces in gesture. *Body–language–communication. An international handbook on multimodality in human interaction*, 1, 755-784.

- Mittelberg, I. (2014). Gestures and iconicity. *Body–language–communication: An international handbook on multimodality in human interaction*, 2, 1712-1732.
- Moore, J. K., & Guan, Y.-L. (2001). Cytoarchitectural and axonal maturation in human auditory cortex. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology*, 2(4), 297-311.
- Moreno, S., Marques, C., Santos, A., Santos, M., Castro, S. L., & Besson, M. (2009). Musical training influences linguistic abilities in 8-year-old children: more evidence for brain plasticity. *Cerebral Cortex*, 19(3), 712-723.
- Müller, H. M. (2013). *Psycholinguistik–Neurolinguistik: Die Verarbeitung von Sprache im Gehirn*.
- Müsseler, J., Rieger, M., & Lay, M. (2016). *Allgemeine Psychologie*: Springer-Verlag.
- Nöth, W. (2000). Handbuch der Semiotik. 2., vollständig neu bearbeitete und erweiterte Auflage. *Stuttgart: Verlag JB Metzler*.
- Osterhout, L., & Mobley, L. A. (1995). Event-related brain potentials elicited by failure to agree. *Journal of Memory and language*, 34(6), 739.
- Painter, J. G., & Koelsch, S. (2011). Can out-of-context musical sounds convey meaning? An ERP study on the processing of meaning in music. *Psychophysiology*, 48(5), 645-655.
- Paivio, A. (1991). Dual coding theory: Retrospect and current status. *Canadian journal of psychology*, 45(3), 255-287.
- Paivio, A., & Csapo, K. (1973). Picture superiority in free recall: Imagery or dual coding? *Cognitive psychology*, 5(2), 176-206.
- Parbery-Clark, A., Strait, D. L., Anderson, S., Hittner, E., & Kraus, N. (2011). Musical experience and the aging auditory system: implications for cognitive abilities and hearing speech in noise. *PLoS One*, 6(5), e18082.
- Patel, A. D. (2003). Language, music, syntax and the brain. *Nature neuroscience*, 6(7), 674-681.
- Patel, A. D. (2006). Musical rhythm, linguistic rhythm, and human evolution. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 24(1), 99-104.
- Patel, A. D. (2010). *Music, Language and the Brain*. Oxford University Press, Inc., New York.
- Patel, A. D. (2010). *Music, language, and the brain*: Oxford university press.
- Patel, A. D. (2011). Why would musical training benefit the neural encoding of speech? The OPERA hypothesis. *The relationship between music and language*, 195.
- Patel, A. D., & Daniele, J. R. (2003). An empirical comparison of rhythm in language and music. *Cognition*, 87(1), B35-B45.
- Patel, A. D., & Iversen, J. R. (2007). The linguistic benefits of musical abilities. *Trends in cognitive sciences*, 11(9), 369-372.

- Patel, A. D., Iversen, J. R., Bregman, M. R., & Schulz, I. (2009). Experimental evidence for synchronization to a musical beat in a nonhuman animal. *Current biology*, 19(10), 827-830.
- Peirce, C. S. (1983). *Phänomen und Logik der Zeichen* (H. Pape, Trans.): Suhrkamp Frankfurt a. M.
- Peirce, C. S. (2000a). *Semiotische Schriften 1: 1865–1903*; herausgegeben von Kloesel, Christian JW; Pape, Helmut: Suhrkamp Frankfurt a. M.
- Peirce, C. S. (2000b). *Semiotische Schriften 2: 1903-1906*; herausgegeben von Kloesel, Christian JW; Pape, Helmut: Suhrkamp Frankfurt a. M.
- Peirce, C. S. (2000c). *Semiotische Schriften 3: 1906-19013*; herausgegeben von Kloesel, Christian JW; Pape, Helmut. Suhrkamp Frankfurt a. M.
- Petten, C. V. (1993). A comparison of lexical and sentence-level context effects in event-related potentials. *Language and Cognitive Processes*, 8(4), 485-531.
- Phillips-Silver, J., & Trainor, L. J. (2005). Feeling the beat: movement influences infant rhythm perception. *Science*, 308(5727), 1430-1430.
- Piaget, J. (2003). *Meine theorie der geistigen entwicklung* (Vol. 142): Beltz.
- Platon/Schleiermacher. (1986, S. 26). Werke Band II.2; Kratylos; Übersetzung Friedrich D. E. Schleiermacher, Akademie Verlag Berlin.
- Pratarelli, M. E. (1995). Modulation of semantic processing using word length and complexity: an ERP study. *International journal of psychophysiology*, 19(3), 233-246.
- Pulvermüller, F. (2013). Semantic embodiment, disembodiment or misembodiment? In search of meaning in modules and neuron circuits. *Brain and language*, 127(1), 86-103.
- Pulvermüller, F., Huss, M., Kherif, F., del Prado Martin, F. M., Hauk, O., & Shtyrov, Y. (2006). Motor cortex maps articulatory features of speech sounds. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(20), 7865-7870.
- Pulvermüller, F., Shtyrov, Y., & Ilmoniemi, R. (2005). Brain signatures of meaning access in action word recognition. *Journal of cognitive neuroscience*, 17(6), 884-892.
- Ramachandran, V. S., & Hubbard, E. M. (2001). Synaesthesia--a window into perception, thought and language. *Journal of consciousness studies*, 8(12), 3-34.
- Reid, V. M., & Striano, T. (2008). N400 involvement in the processing of action sequences. *Neuroscience letters*, 433(2), 93-97.
- Rustandi, I., Just, M. A., & Mitchell, T. (2009). *Integrating multiple-study multiple-subject fMRI datasets using canonical correlation analysis*. Paper presented at the Proceedings of the MICCAI 2009 Workshop: Statistical modeling and detection issues in intra-and inter-subject functional MRI data analysis.

- Sams, M., Hari, J. R., & Knuutila, J. (1993). The Human Auditory Sensory Memory Trace Persists about 10 sec: Neuromagnetic Evidence. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 53, 363-370.
- Saussure, F. d. (2014). Cours de linguistique générale: Studienausgabe in deutscher Sprache, Narr Francke Attempto.
- Schaefer, R. S., Vlek, R. J., & Desain, P. (2011). Decomposing rhythm processing: Electroencephalography of perceived and self-imposed rhythmic patterns. *Psychological research*, 75(2), 95-106.
- Schmidtke, D., Conrad, M., & Jacobs, A. M. (2014). Phonological iconicity. *Frontiers in psychology*, 5, 80.
- Schwarz, M., & Chur, J. (2014). *Semantik: ein Arbeitsbuch*, (1st 1993): Gunter Narr Verlag.
- Seifert, U., Verschure, P. F., Arbib, M. A., Cohen, A. J., Fogassi, L., Fritz, T., et al. (2013). Semantics of internal and external worlds. In *Language, music, and the brain: A mysterious relationship* (pp. 203-232): MIT Press.
- Shams, L., Kamitani, Y., & Shimojo, S. (2000). Illusions: What you see is what you hear. *Nature*, 408(6814), 788.
- Shinkareva, S. V., Malave, V. L., Mason, R. A., Mitchell, T. M., & Just, M. A. (2011). Commonality of neural representations of words and pictures. *Neuroimage*, 54(3), 2418-2425.
- Skoe, E., & Kraus, N. (2013). Musical training heightens auditory brainstem function during sensitive periods in development. *Frontiers in Psychology*.
- Slevc, L. R., & Miyake, A. (2006). Individual differences in second-language proficiency: Does musical ability matter? *Psychological Science*, 17(8), 675-681.
- Smith, M. E., & Guster, K. (1993). Decomposition of recognition memory event-related potentials yields target, repetition, and retrieval effects. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 86(5), 335-343.
- Snyder, B. (2000). *Music and memory: An introduction*: MIT press.
- Spalek, K. (2012, S. 61ff). Wortproduktion; in Barbara Höhle: Psycholinguistik, 2. Auflage, Akademie Verlag GmbH, Berlin.
- Spitzer, M. (2009, S. 125). Musik im Kopf, Hören, Musizieren, Verstehen und Erleben im neuronalen Netzwerk; Verlag Schattauer, Stuttgart, New York.
- Spitznagel, A. (2000). Zur Geschichte der psychologischen Rhythmusforschung. *Katharina Müller, Aschersleben, Gisa. Bern: Hans Huber Verlag*, 1-40.
- Steinbeis, N., & Koelsch, S. (2008). Comparing the Processing of Music and Language Meaning Using EEG and fMRI Provides Evidence for Similar and Distinct Neural Representations. *Plos One*, 3(5).

- Steinbeis, N., & Koelsch, S. (2009). Understanding the intentions behind man-made products elicits neural activity in areas dedicated to mental state attribution. *Cerebral Cortex*, 19(3), 619-623.
- Steinbeis, N., & Koelsch, S. (2011). Affective Priming Effects of Musical Sounds on the Processing of Word Meaning. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23(3), 604-621.
- Steinthal, H. (2013, S. 183f). *Geschichte der Sprachwissenschaft bei den Griechen und Römern: mit besonderer Rücksicht auf die Logik (1st 1863)*: Cambridge University Press.
- Süberkrüb, A. (2014). Music Learning Theory, Edwin E. Gordons Theorie des Musiklernens, Zusammenfassung der Kerngedanken in deutscher Sprache; PFAU-Verlag, Saarbrücken.
- Sudre, G., Pomerleau, D., Palatucci, M., Wehbe, L., Fyshe, A., Salmelin, R., et al. (2012). Tracking neural coding of perceptual and semantic features of concrete nouns. *NeuroImage*, 62(1), 451-463.
- Swain, J. P. (1997). *Musical languages*: WW Norton & Company.
- Sweller, J., Van Merriënboer, J. J., & Paas, F. G. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational psychology review*, 10(3), 251-296.
- Tappert-Süberkrüb, A. (1999). „Music Learning Theory “. Edwin Gordons Theorie des Musiklernens. *Diskussion Musikpädagogik*, 2(1999), 75.
- Thaut. (2005). *Rhythm, music, and the brain: Scientific foundations and clinical applications* (Vol. 7): Routledge.
- Thaut, M. H., Demartin, M., & Sanes, J. N. (2008). Brain networks for integrative rhythm formation. *PloS one*, 3(5), e2312.
- Thaut, M. H., McIntosh, G. C., Rice, R. R., Miller, R. A., Rathbun, J., & Brault, J. M. (1996). Rhythmic auditory stimulation in gait training for Parkinson's disease patients. *Movement Disorders*, 11(2), 193-200.
- Todd, N. (1985). A model of expressive timing in tonal music. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, 3(1), 33-57.
- Tomasello, M. (2006). Die kulturelle Entwicklung des menschlichen Denkens: Zur Evolution der Kognition. *Suhrkamp, Berlin*.
- Tomasello, M. (2011). Die Ursprünge der menschlichen Kommunikation. *Suhrkamp, Berlin*.
- Tomasello, M. (2014). Eine Naturgeschichte des menschlichen Denkens. *Suhrkamp, Berlin*.
- Trabant, J. (1996). Elemente der Semiotik, UTB, Stuttgart.
- Trehub, S. E. (2003). The developmental origins of musicality. *Nature neuroscience*, 6(7), 669-673.

- Tsumoto, T. (1992). Long-term potentiation and long-term depression in the neocortex. *Progress in neurobiology*, 39(2), 209-228.
- Ukkola, L. T., Onkamo, P., Raijas, P., Karma, K., & Järvelä, I. (2009). Musical aptitude is associated with AVPR1A-haplotypes. *PLoS One*, 4(5), e5534.
- Van Berkum, J. J. (2009). The neuropragmatics of simple utterance comprehension: An ERP review. In *Semantics and pragmatics: From experiment to theory* (pp. 276-316): Palgrave Macmillan.
- Van Petten, C., & Luka, B. J. (2006). Neural localization of semantic context effects in electromagnetic and hemodynamic studies. *Brain and language*, 97(3), 279-293.
- Wan, C. Y., & Schlaug, G. (2010). Music making as a tool for promoting brain plasticity across the life span. *The Neuroscientist*, 16(5), 566-577.
- Wang, Q., & Yuan, J. (2008). N400 lexicality effect in highly blurred Chinese words: evidence for automatic processing. *Neuroreport*, 19(2), 173-178.
- Weinert, S. (1992). Deficits in acquiring language structure: The importance of using prosodic cues. *Applied Cognitive Psychology*, 6(6), 545-571.
- Weinert, S. (1996). Prosodie-Gedächtnis-Geschwindigkeit: Eine vergleichende Studie zu Sprachverarbeitungsdefiziten dysphasisch-sprachgestörter Kinder. *Sprache & Kognition*, 15(1-2), 46-69.
- West, W. C., & Holcomb, P. J. (2000). Imaginal, semantic, and surface-level processing of concrete and abstract words: An electrophysiological investigation. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12(6), 1024-1037.
- White-Schwoch, T., Carr, K. W., Anderson, S., Strait, D. L., & Kraus, N. (2013). Older adults benefit from music training early in life: biological evidence for long-term training-driven plasticity. *Journal of Neuroscience*, 33(45), 17667-17674.
- Wicha, N. Y., Moreno, E. M., & Kutas, M. (2004). Anticipating words and their gender: An event-related brain potential study of semantic integration, gender expectancy, and gender agreement in Spanish sentence reading. *Journal of cognitive neuroscience*, 16(7), 1272-1288.
- Woodford, P. G. (1996). Evaluating Edwin Gordon's music learning theory from a critical thinking perspective. *Philosophy of music education review*, 83-95.
- Wygotski, L. S. (1986). Denken und Sprechen (1934). *Frankfurt a. M.: Fischer Wissenschaft*.
- Zampini, M., & Spence, C. (2004). The role of auditory cues in modulating the perceived crispness and staleness of potato chips. *Journal of sensory studies*, 19(5), 347-363.
- Zatorre, R. J., Chen, J. L., & Penhune, V. B. (2007). When the brain plays music: auditory-motor interactions in music perception and production. *Nature reviews neuroscience*, 8(7), 547-558.

- Zentner, M., & Eerola, T. (2010). Rhythmic engagement with music in infancy.
Proceedings of the National Academy of Sciences, 107(13), 5768-5773.
- Zimmermann, T. E. (2014). *Einführung in die Semantik*: WBG-Wissenschaftliche
Buchgesellschaft.